ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

PREDIO RÚSTICO DENOMINADO RANCHO GRANDE DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, ESTADO DE GUANAJUATO.

ANTECEDENTES

La empresa **"Sonigas, S.A. de C.V.", promueve la reanudación de la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.** ubicada en el predio rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, en el municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato y que de acuerdo con el inicio de operaciones del permiso No. PAD-GTO-12100395 mediante oficio 513-DOS/PER-III-0183/12, emitido por la Secretaría de Energía inició operaciones el 17 de mayo de 2012 bajo el amparo del Título de Permiso No. PAD-GTO-12100395, otorgado por la Secretaria de Energía el 21 de diciembre de 2010, para una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros al 100% agua en un tanque en favor de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." No obstante, en cumplimiento al acuerdo A/012/2016 del Pleno de la Comisión Reguladora de Energía, de fecha 17 de marzo de 2016, el título de permiso PAD-GTO-12100395 se le identifica con el Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016.

El 20 de septiembre de 2016 la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." solicitó a la CRE la modificación del Título de Permiso de distribución de gas l.p. por medio de Planta de Distribución por Cesión en favor de "Sonigas, S.A. de C.V.", sin embargo, de acuerdo con lo señalado en la Resolución Núm. RES/1746/2019 emitida el 16 de diciembre de 2019 por la Comisión Reguladora de Energía, el 3 de noviembre de 2016 se generó una orden de retención de bienes muebles e inmuebles y activos de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V.", por lo que la Secretaría de Energía informó de la suspensión de los trámites presentados por el permisionario, indicando que estos se resolverían hasta que se informara la ejecutoria. Posteriormente, mediante escrito ingresado el 30 de julio de 2019, Abastecedora Ecogass solicitó la reanudación de la modificación del Título de Permiso Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 por cesión de derechos a favor de Sonigas, S.A. de C.V., misma que le fue otorgada favorablemente bajo la Resolución Núm. RES/1746/2019 en diciembre de 2019 por parte de la Comisión Reguladora de Energía. Así mismo, se cuenta con la Cesión de derechos notariada, volumen 492, escritura pública Núm. 20,777, dando fe el Lic. Arturo Reyes Pérez, titular de la Notaria Núm. 87 con fecha del 05 de febrero de 2020.

Es importante señalar que, desde la adquisición de la instalación, la empresa Sonigas, S.A. de C.V., no ha reanudado operaciones ni ha hecho modificaciones al diseño básico de la Planta de distribución de Gas L.P., únicamente, se han actualizado planos y memorias de la instalación de conformidad con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇨ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 89,020 litros.
- ⇨ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇨ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇨ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇨ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇨ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇨ Taller mecánico automotriz
- ⇨ Área verde

Asimismo, la actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014 - Plantas de distribución de Gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

I.1. BASES DE DISEÑO.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **"Sonigas, S.A. de C.V."** se encuentra ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato.

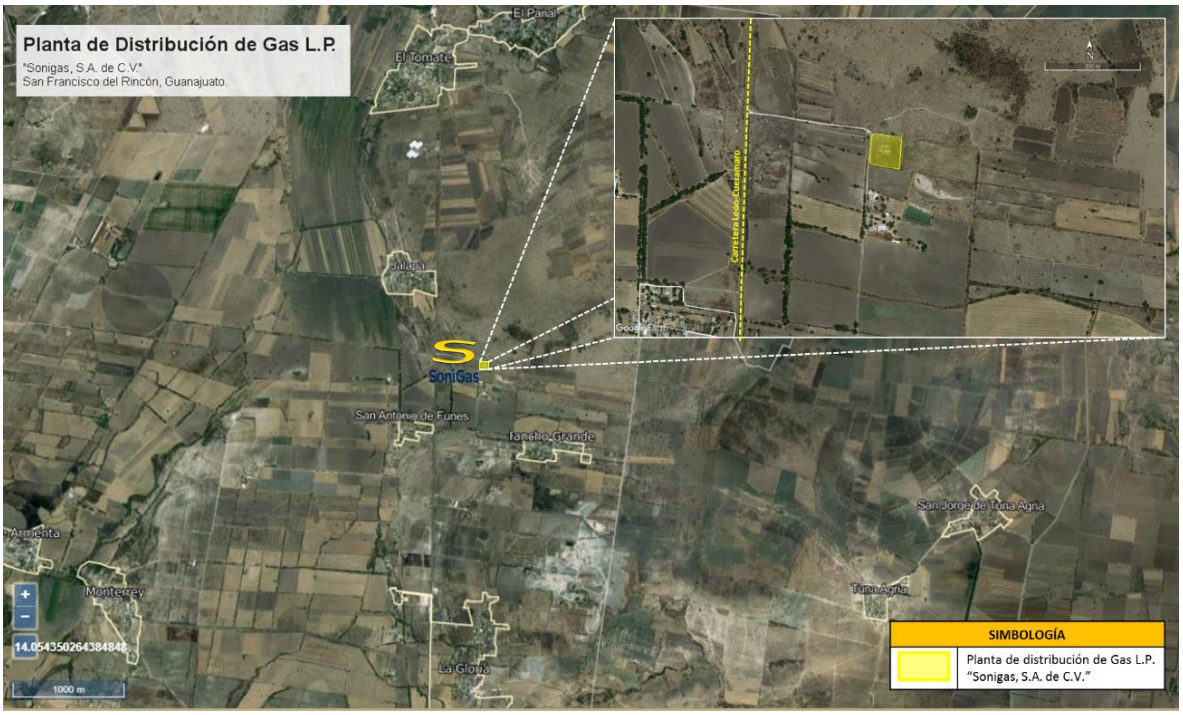


Figura I.1. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP
Fuente: INEGI, Espacio y Datos de México.

Asimismo, se cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que el terreno que ocupa la Planta de Distribución afecta un área con forma regular y tiene una superficie de **9,346 m²** en las siguientes coordenadas:

Tabla I.1. Coordenadas UTM del área que ocupa la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértice	Coordenadas UTM Zona 14	
	X	Y
1	217562.440906	2309639.359705
2	217672.715187	2309625.802775
3	217664.964589	2309526.525107
4	217579.271182	2309539.666935
5	217571.902787	2309548.716580
6	217577.354245	2309631.721478

La selección de la zona donde se ubican las instalaciones de Sonigas S.A. de C.V. fue un factor importante a considerar en las bases de diseño de la instalación, ya que se consideró que esta contara con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus actividades, tales como eléctrica y vías de comunicación **(Tabla I.2.),** además de encontrarse alejada de zonas densamente pobladas. Sin embargo, es importante mencionar que dentro de radio de 500 m se encuentran los siguientes asentamientos dispersos:

Tabla I.2 Proximidades con zonas vulnerables de población en 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
Asentamiento disperso	Asentamiento disperso 1	Sur	142.72 m
	Asentamiento disperso 2	Sur	178.93 m
	Asentamiento disperso 3	Noroeste	413.53 m

Asimismo, es importante mencionar que en un radio mayor a 500 m se encuentra el asentamiento disperso 4 (789.91 m) y localidades “Jalapa” (689.94 m), “San Antonio de Funes” (633.97 m) y “Rancho Grande” (646.39 m).

Para mayor detalle se anexa a continuación plano “*Zonas vulnerables de población en torno a un radio de 500 m*”

Tabla I.3 Proximidades con infraestructura para un radio de 500m

Tipo de infraestructura	Nombre/ Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Vialidad	Camino vecinal	Oeste	2.80 m
	Camino de acceso	Noroeste	11.71 m
	Carretera León – la Muralla	Oeste	389.55 m

Además, al predio no lo cruzan líneas eléctricas de alta tensión, ya sean aéreas o ductos bajo tierra, ni tampoco cruzan ductos bajo tierra que transporten hidrocarburos.

Para mayor detalle se anexa a continuación plano “*Infraestructura en torno a un radio de 500 m*”

El área donde se ubica la Planta se localiza en la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, cuenca del Río Lerma-Salamanca, Subcuenca Pénjamo-Irapuato-Silao y Microcuenca 12BdCCD (SIGEIA, 2021). Particularmente, la Planta se ubica dentro de la delimitación del Acuífero No. 1111 denominado *La Muralla* con una superficie de 24,380.76 Ha (SIGEIA, 2020).

Cabe destacar que el área de la Planta se encuentra en una zona con actividades agrícolas predominantemente y fuera de Áreas Naturales Protegidas, áreas de importancia ambiental y lejana de cuerpos de agua lóticos y lénticos permanentes.

Si bien, en un radio de 500 m no se encuentran cuerpos de agua permanente, si se localizan cuerpos y corrientes intermitentes que confluyen en la temporada de lluvias.

Tabla I.4. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia aproximada a las instalaciones (m)
Cuerpos de agua	--------	Corriente de agua intermitente	Suroeste	413.60 m
	--------	Cuerpo de agua intermitente	Sureste	117.44 m

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

Para mayor detalle se anexa a continuación plano *"Componentes ambientales en torno a un radio de 500 m"*

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Agricultura de temporal (AT)** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos de sitio ya han sido alterados, muestra de ello son los ejemplares que se localizaron en este sitio, los cuales están compuesto de especies florísticas arvenses, ruderales y de ornato y de especies faunísticas sinantrópicas.

Tabla I.5. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Matorral xerófilo	Matorral crasicaule
Noreste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Noroeste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Sur	Agricultura de riego	Agricultura de riego anual
Sureste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Suroeste	Agricultura de riego	Agricultura de riego anual

De igual manera la planta de distribución de Gas L.P. se ubica en la UGAT 392 del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato (PEDUOET), la cual presenta política ecológica de ***restauración*** y una política territorial de ***mejoramiento*****,** sin embargo, es compatible por localizarse en destino para comercio y servicio de intensidad media, de acuerdo al Permiso de Uso de Suelo, DUyOT/US/2229-2020, emitido H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón con fecha del 26 de agosto de 2020.

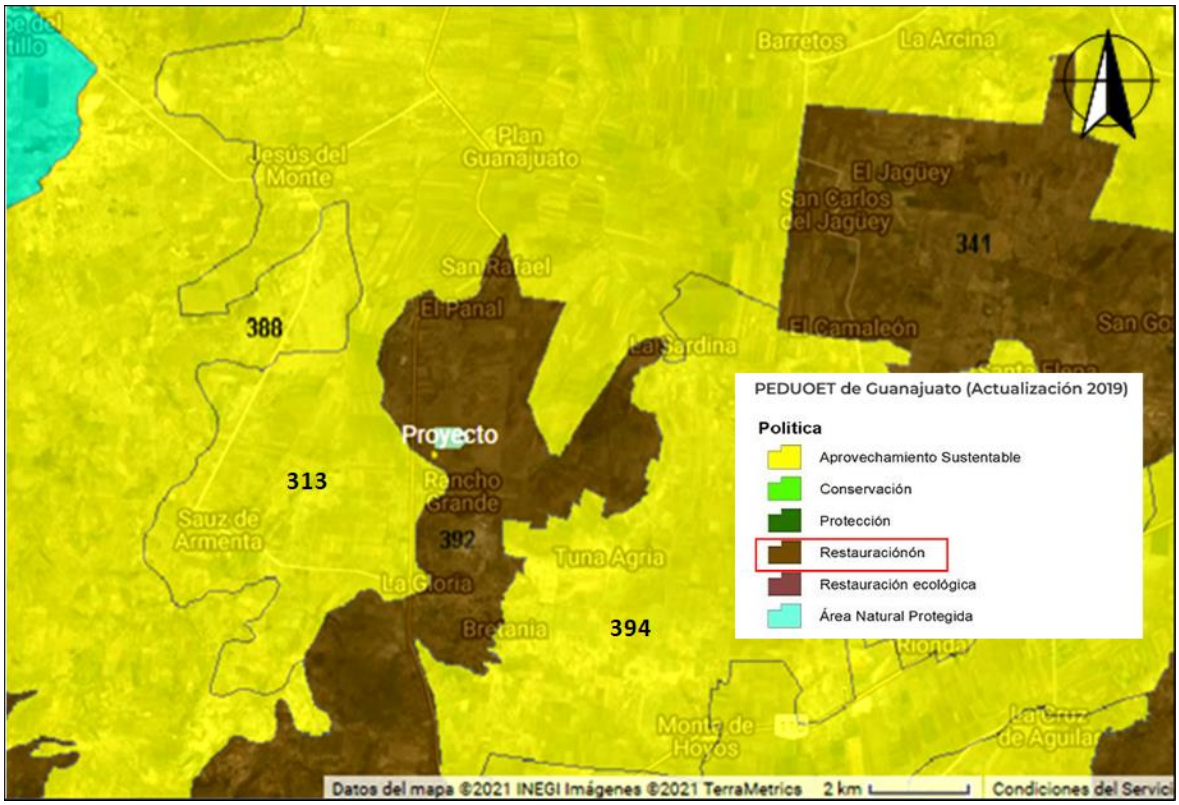


Figura I.2. Localización de la Planta de distribución en la UGAT 392 del PEDUOET.

Para mayor detalle se anexa a continuación plano "*Uso de suelo en torno a un radio de 500 m*"

Así mismo, de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

- ⇨ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- ⇨ Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato PEDUOET.
- ⇨ Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para el Municipio de León.
- ⇨ Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.

- ⇨ **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

En este programa se establecen **lineamientos y estrategias ecológicas** necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales en cada Región Ecológica (R.E.) y Unidad Ambiental Biofísica (UAB) en las que se divide.

La Planta de Distribución de Gas L.P., se localiza en la **Región Ecológica 18.2** y la **UAB 51** denominada **Bajío Guanajuatense (Figura I.3)**, misma que tiene una política ambiental de **Restauración y aprovechamiento sustentable.**

Asimismo, en la siguiente **Tabla.** se observa que en la UAB donde se localiza la Planta tiene un nivel medio de atención prioritaria, además las actividades industriales están asociadas al desarrollo de la zona y le confiere un estado actual del medio ambiente inestable al año 2008.

Tabla I.6. Características de la R.E. 18.2, UAB 51.

No. de Región	**No. de UAB**	**Nombre de UAB**		**Asociados al desarrollo**
18.2	51	Bajío Guanajuatense		Ganadería
Política ambiental		**Nivel de atención**	**Otros sectores de interés**	**Rectores del desarrollo**
18. Restauración y aprovechamiento sustentable		Alta	Minería-PEMEX	Agricultura – Desarrollo Social
Estado actual		**Estrategias**		
Inestable		4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44		
Estado actual del medio ambiente		**Escenario al 2033**		
Inestable		Inestable a crítico		

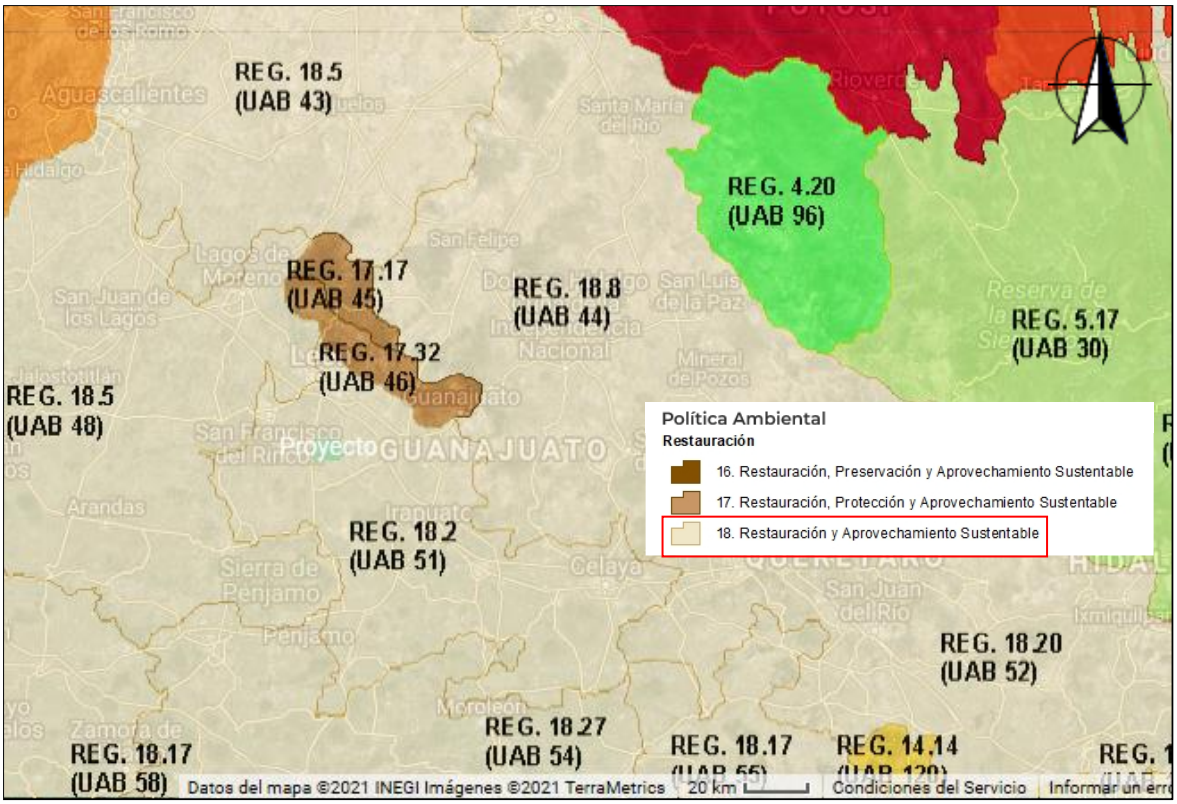


Figura I.3. Localización de la Planta en la UAB 51, Reg. 18.2 del POEGT.

Tabla I.7. Vinculación de los lineamientos ecológicos con la Planta.

Lineamiento	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio	Por la localización física de la Planta en el sitio con uso destinado para actividades de aprovechamiento como: PEMEX y minería, cumpliendo con dicho requisito, ya que las instalaciones se encuentran en un uso de suelo favorable.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	Este lineamiento no es aplicable, ya que el promovente no tiene participación en la instrumentación del POEGT.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	El Promovente deberá concientizar en materia ambiental a su personal laboral, mediante capacitaciones en temas relacionados con la conservación de los recursos naturales (agua, suelo, flora, fauna), así como en la identificación y manejo de los residuos generados.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Del espacio que ocupa la planta de distribución de gas l.p., existe un área de **430 m²** destinada para áreas verdes, en donde actualmente se encuentran elementos de ornato y que además
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de	

las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	funciona como zona de conservación de los servicios ecológicos del sitio de estudio.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico y la planeación sectorial.	La planta se ubica en un sitio cuyo uso de suelo es favorable, por estar destinado para actividades de aprovechamiento.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	Las instalaciones están vinculadas con autoridades municipales, estatales y federales. De esta manera al ser aceptado por la ASEA, habrá generación de empleos temporales y permanentes que beneficiarán las condiciones económicas de los pobladores del municipio de San Francisco del Rincón y localidades cercanas.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	La Planta no se encuentra parcial o totalmente en Área Natural Protegida Federal, Estatal o Municipal.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del POEGT.	En el Capítulo VI de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), se describen medidas que prevendrán o mitigaran los impactos ambientales que posiblemente se generen por las instalaciones.

Tabla I.8. Vinculación de las Estrategias Ecológicas del POEGT con la Planta de Distribución.

Estrategia	Vinculación
Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.	El promovente ejercerá acciones para valorar los servicios ambientales en el sitio de la planta, como mantener las áreas verdes que actualmente se encuentran en la colindancia sur de la planta, en las cuales se continuarán desarrollando los servicios ecológicos en el sitio de estudio, además de la aportación del mismo en la conservación de ejemplares de flora nativa. También es importante destacar la importancia que el personal que sea contratado para la operación y mantenimiento de la planta debe realizar sobre el cuidado de los recursos naturales como el agua, suelo, flora y fauna, así como el correcto manejo de los Residuos que se generan en las instalaciones.
Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.	
Estrategia 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	
Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Actualmente el estado de Guanajuato cuenta con Programas de ordenamiento ecológico que determinan los usos del suelo y actividades productivas. Particularmente la Planta de Distribución de Gas L.P., es compatible en el sitio por localizarse en destino para comercio y servicio de intensidad media, de acuerdo a la Licencia de uso de suelo emitida por H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón.

- **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato.**

La Planta de Distribución de Gas L.P., se localiza en la **UGAT 392** como se observa en la siguiente **Figura**. Asimismo, en la Tabla I.9 se indican sus características generales, en donde se muestra que esta UGA tiene una **Política ecológica de *restauración* y una Política territorial de *mejoramiento*.** Mientras que, en la Tabla I.10 se realiza la vinculación con los Criterios de Regulación (CR) aplicables.

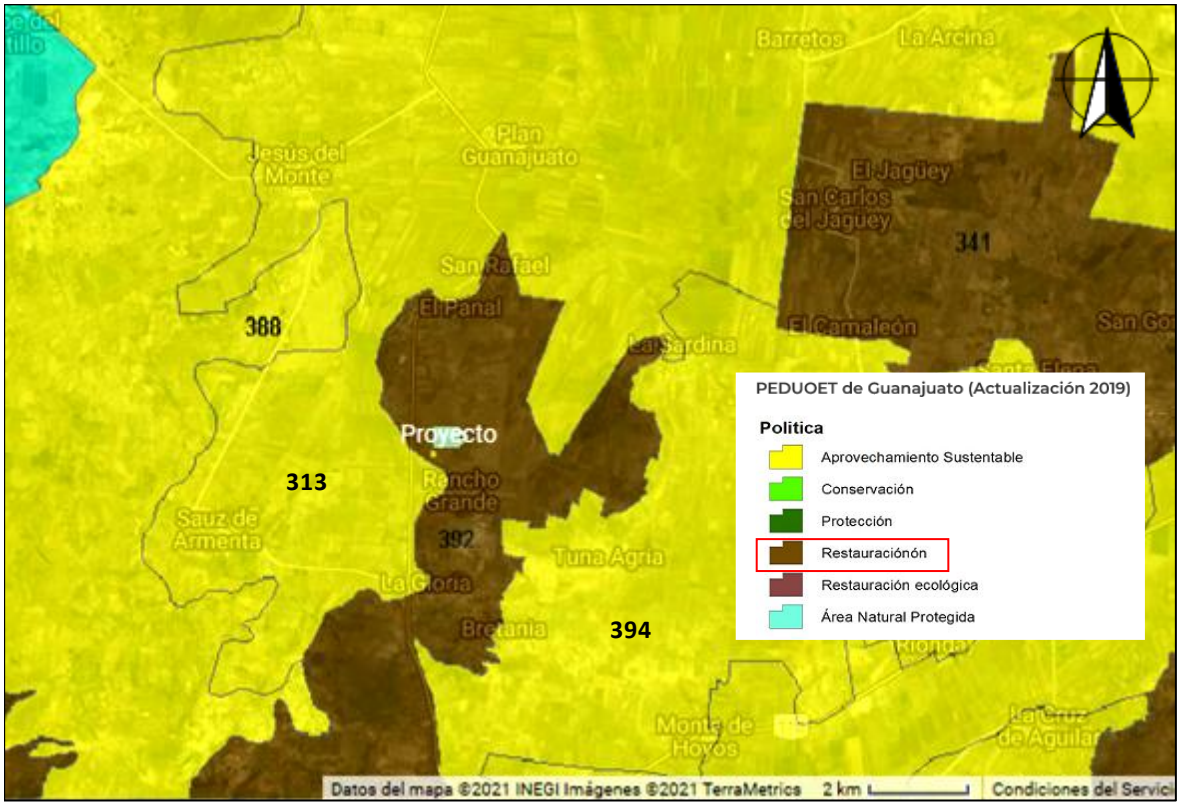


Figura I.4. Localización de la Planta de Distribución en la UGA 392 del PEDUOET.

Tabla I.9 Características de la UGAT 392 donde se localiza la Planta de Distribución.

UGAT	Política Ecológica	Política territorial	Actividades compatibles
392	Restauración	Mejoramiento	Acuacultura, Agricultura de temporal, Ganadería extensiva, Forestal maderable, Forestal no maderable, Turismo alternativo, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Proyectos de energía eólica, Proyectos de energía solar, Minería no metálica de baja disponibilidad, Minería no metálica de alta disponibilidad
Criterios de Regulación			
Acu02, Acu03, Acu04, Acu05, Acu06, Acu07, Acu09, Acu10, Acu11, Agt01, Agt02, Agt03, Agt05, Agt06, Agt07, Agt08, Agt09, Agt10, Agt11, Agt12, Agt13, Agt14, Agt15, Agt16, Agt17, Agt18, Agt20, Gex01, Gex02, Gex03, Gex04, Gex05, Gex06, Gex07, Gex08, Gex09, Gex10, Gex11, Gex12, Fom02, Fom03, Fom04, Fom05, Fom06, Fom08, Fom09, Fom10, Fom11, Fom12, Fom13, Fom14, Fom15, Fom16, Fom17, Fom18, Fom19, Fnm01, Fnm02, Fnm03, Fnm04, Fnm05, Fnm06, Fnm07, Fnm08, Tal01, Tal02, Tal03, Tal05, Tal06, Tal07, Tal08, Tal09, Tal10, Tal11, Tal12, Tal13, Tal14, Tal15, Tal16, Tal17, Tal18, Tal19, Tal20, Tal21, Ifp01, Ifp02, Ifl01, Ifl02, Ifl03, Ifl04, Ifl05, Ifl06, Ifl07, Ifl08, Ifl09, Ifl10, Ifl11,			

Ifl12, Ifl13, Ifl14, Ifl15, Ifl16, Ifl17, Ifl18, Ifl20, Ifl21, Ifl23, Eol01, Eol02, Eol03, Eol04, Eol05, Eol06, Eol07, Eol08, Sol01, Sol02, Sol03, Sol04, Mnb01, Mnb02, Mnb03, Mnb04, Mnb05, Mnb06, Mna01, Mna02, Mna03, Mna04, Mna05, Mna06, Mna07, Mna08

En la siguiente Tabla se vinculan los CR aplicables de la UGAT 392 del PEDUOET con la, misma que tiene una política de restauración, que, sin embargo, es compatible para el desarrollo del giro de distribuidora de gas l.p., por localizarse en destino para comercio y servicio de intensidad media, de acuerdo a la Licencia de uso de suelo emitida por H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón.

Tabla I.10. Vinculación de la Planta de distribución con los Criterios del PEDUOET.

Criterios de Regulación	Vinculación
Ifp01. Sólo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos que modifiquen la estructura o alteren las funciones de los ecosistemas o recursos naturales.	La planta de distribución de gas l.p., fue construida en el año 2010 por la empresa Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V., no obstante, el sitio donde fue situada previamente se llevaron a cabo actividades agrícolas, que en un primer momento fue la actividad antrópica que generó alteraciones a la vegetación natural del sitio, sin menos cabo de los efectos ocasionados por la instalación de la planta. Asimismo, también se considera que habrá impactos ambientales potenciales por la pretendida reapertura de la instalación por parte de Sonigas, S.A. de C.V., que, sin embargo, serán prevenibles o mitigables mediante las acciones descritas en el Capítulo VI de la MIA-P, en las cuales se prioriza el cuidado de los recursos bióticos y abióticos del sitio de estudio, así como el manejo adecuado de los residuos, el cuidado del agua y el mantenimiento bajo del riesgo ambiental inherentes al manejo de gas L.P
Ifp02. Para la instalación de cualquier proyecto de infraestructura, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un periodo no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto. Las especies utilizadas deberán de ser nativas.	Previo a la instalación de la Planta de distribución de Gas L.P., el sitio estaba ocupado por actividades agrícolas, por ello no se removió vegetación natural. Cabe mencionar que la construcción de la Planta fue realizada por la empresa Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V., y posteriormente fue adquirida por Sonigas, S.A. de C.V. Considerando lo anterior, el promovente ha asignado un área de **430 m^2** destinada para áreas verdes dentro de las instalaciones de la planta, en donde actualmente se encuentran elementos de ornato nativos en su mayoría. Aunado a ello, se instará a la plantación de una mayor cantidad de ejemplares nativos en el área verde, para mantener una zona conservación de servicios ecológicos en el sitio de estudio.

⇨ **Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para el Municipio de León.**

La Planta de distribución de Gas L.P. incide únicamente 806 m^2 en la UGA 36 del POTE. Esta UGA tiene una **Política de manejo de Aprovechamiento agrícola** y como usos condicionados se encuentran el comercio, servicio e industria.

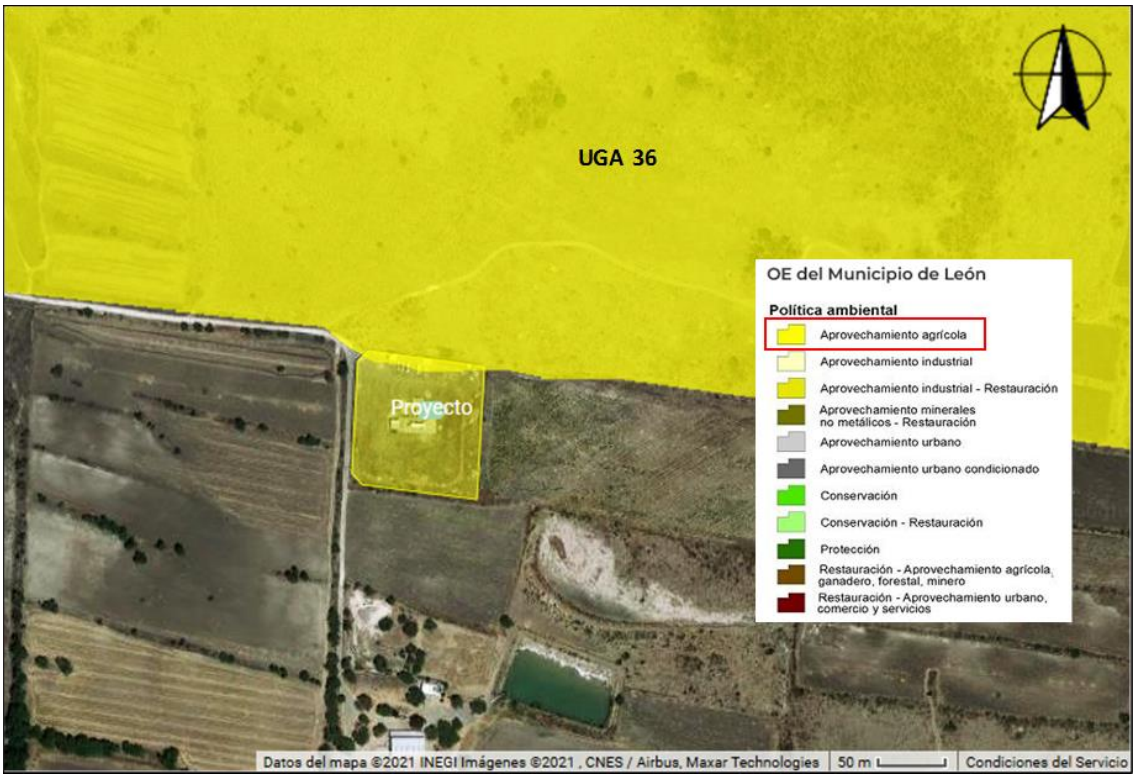


Figura I.5. Localización de la Planta en la UGA 36 del POTE.

Tabla I.11. Características de la UGA 36 donde se localiza la Planta de Distribución.

UGAT	Política	Aptitud principal	Usos condicionados
36	Aprovechamiento agrícola	Agrícola	Comercio, servicio e industria
Objetivo			
Conservar y preservar las áreas agrícolas de la zona sur del municipio de León Gto.			

Tabla I.12. Vinculación de la Planta de Distribución con los Criterios del POTE.

Criterios de Regulación	Vinculación
Se deberá dar un estricto seguimiento a la normatividad federal, estatal y municipal en materia ambiental y urbana a través de inspecciones periódicas.	Las instalaciones se someterán al proceso de Evaluación del Impacto Ambiental por parte de la ASEA quien es la autoridad federal encargada de la regulación de las instalaciones del sector hidrocarburos. Asimismo, se cuenta con la Licencia de uso de suelo emitida por H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón, donde se indica que el presente es compatible con el giro económico pretendido.
Respetar la hidrología superficial como presas, ríos, arroyos y zonas de inundación, para recarga del manto freático.	La Planta no se encuentra en áreas de inundación, tampoco obstruye corrientes intermitentes o permanentes. El promovente ha destinado áreas verdes en la colindancia sur de la planta y la zona que no es utilizada para el rodamiento es de material impermeable (piedra triturada) para el apoyo de la recarga del manto freático.

- **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.**

En el municipio de San Francisco del Rincón inciden 19 Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT) del modelo de ordenamiento territorial del PEDUOET de 2014.

Aunado a ello, en abril de 2019 se actualizó el "Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial – 2040", por lo tanto, la cantidad de UGAT fue modificada y en consecuencia la incidencia de éstas en el PMDUOET cambió y se espera su actualización, ya que debe ser concordante la unificación de los lineamientos estratégicos y criterios señalados en ambos Programas.

Por consiguiente, la Planta obedecerá los criterios de regulación aplicables a la UGAT 392 del PEDUOET 2019, el cual es el instrumento de regulación de usos del suelo y actividades productivas vigente.

Asimismo, se pudo constatar mediante herramientas digitales y visita de campo a las instalaciones, que las actividades que se desarrollan en las colindancias de la Planta de Distribución de Gas L.P., no se contraponen con las actividades de las instalaciones y son las siguientes:

- Al **Norte** de predio se localizan terrenos sin actividades particulares, con vegetación secundaria de Matorral xerófilo (matorral crasicaule).
- En dirección **Sur** se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal, donde se cultiva cebolla principalmente. Además, se encuentran dos asentamientos dispersos en una distancia aproximada a 185 m a partir del centro del recipiente de almacenamiento. También se encuentra un cuerpo de agua intermitente.
- En la colindancia **Este** posterior al predio del promovente se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal (cultivos de cebolla principalmente), así como terrenos sin actividades con vegetación secundaria de Matorral xerófilo.
- En dirección **Oeste** se encuentra el acceso a la planta de distribución de gas L.P., y posterior el camino vecinal y terrenos con actividades agrícolas de temporal donde se cultiva cebolla y agave principalmente, además, de dos asentamientos dispersos a una distancia mayor 600 m a partir de límite del predio.

Cabe destacar que no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.

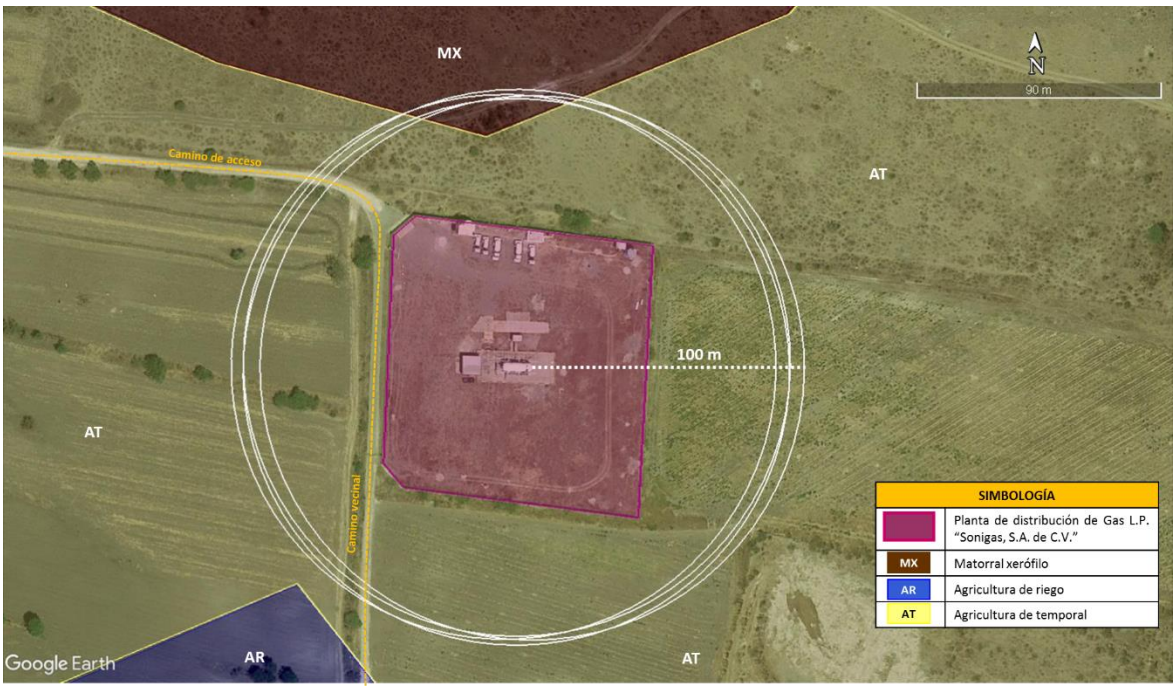


Figura I.6. Distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente.

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

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

Fenómenos geológicos.

- *Sismicidad:* La República Mexicana se ha divido en cuatro zonas sísmicas (CENAPRED, 2015):

⇨ La **Zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
⇨ Las **Zonas B y C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
⇨ La **Zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en la **Zona B**, la cual presenta actividad sísmica de magnitud **Media**.



Figura I.7. Regionalización Sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

Fenómenos hidrometeorológicos.

- *Riesgo por inundación:* La planta de distribución de GLP se encuentra en una zona catalogada con un índice de vulnerabilidad "Alto" y un índice de vulnerabilidad por peligro "Muy Alto", de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

Es importante mencionar que el piso de la zona de almacenamiento es a base de concreto y cuenta con el declive requerido del 1% para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

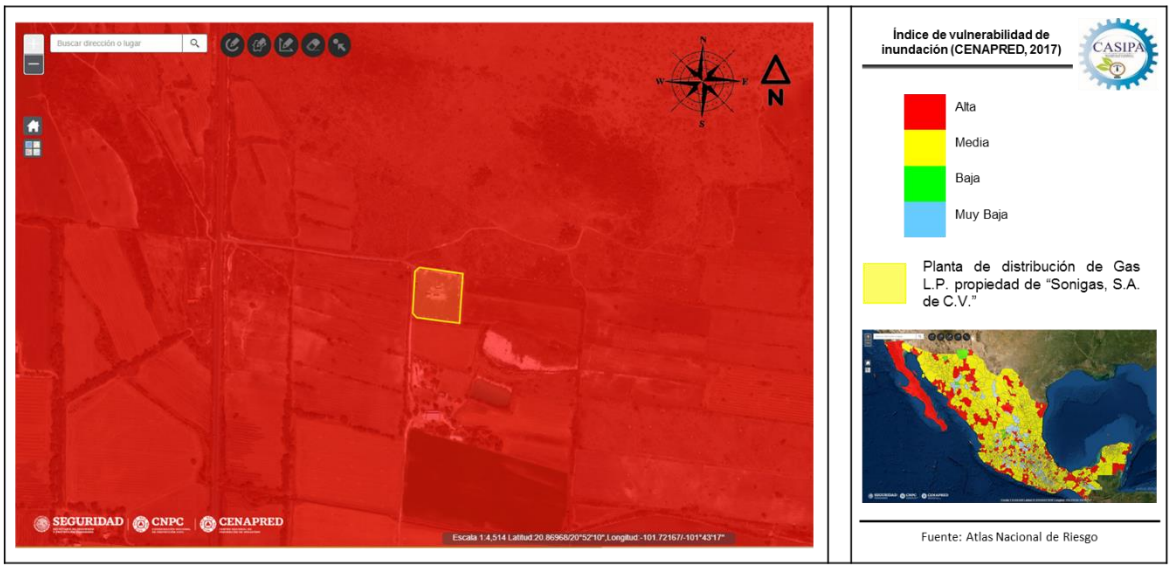


Figura I.8. Índice de vulnerabilidad por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

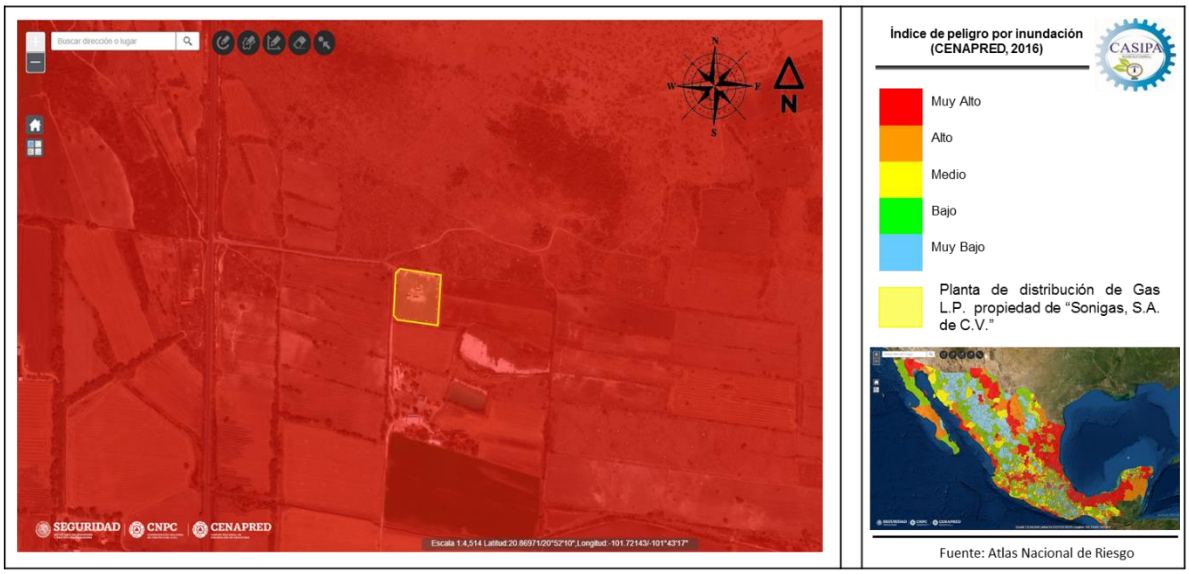


Figura I.9. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

- *Ondas cálidas:* Cuando el aire caliente es húmedo, la llegada de un frente caliente se anuncia por la aparición de nubes dispersas que forman un velo de espesos creciente, si el aire es inestable y turbulento se puede observar la acumulación nubes dispersas. Los fenómenos que acompañan al frente caliente dependen estrechamente de las características que posea el aire cálido antes de elevarse, generando el aumento de temperaturas llegando a ser extremas.

Las elevadas temperaturas están relacionadas con sistemas de estabilidad atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como de la ocurrencia de olas

de calor. La vulnerabilidad física y social es más frecuente en los meses de esas estaciones del año.

Es importante mencionar que la zona donde se encuentra la planta está catalogada con peligro “Medio”, vulnerabilidad “Baja” y riesgo “Bajo” por ondas cálidas.



Figura I.10. Peligro por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura I.11. Vulnerabilidad por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura I.12. Riesgo por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

- *Sequías:* La zona donde se localiza la planta de GLP es catalogada con un riesgo y peligro "Medio" y un grado de vulnerabilidad "Alto" por sequías, lo cual está relacionada con algunos factores climáticos como las altas temperaturas, vientos fuertes y baja humedad relativa.



Figura I.13. Riesgo por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

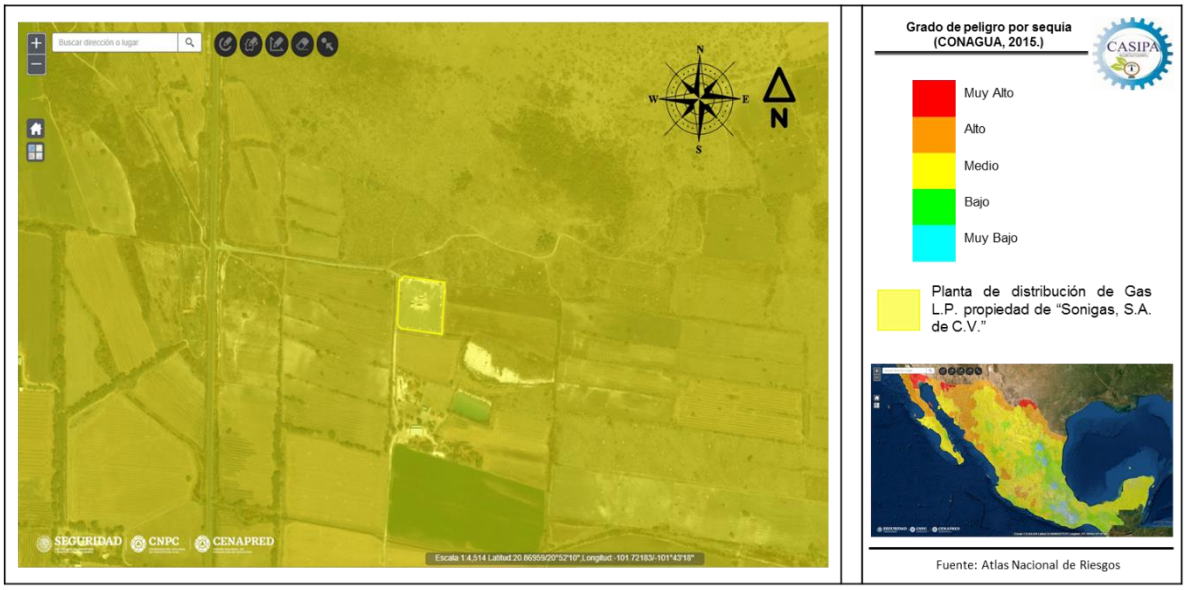


Figura I.14. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

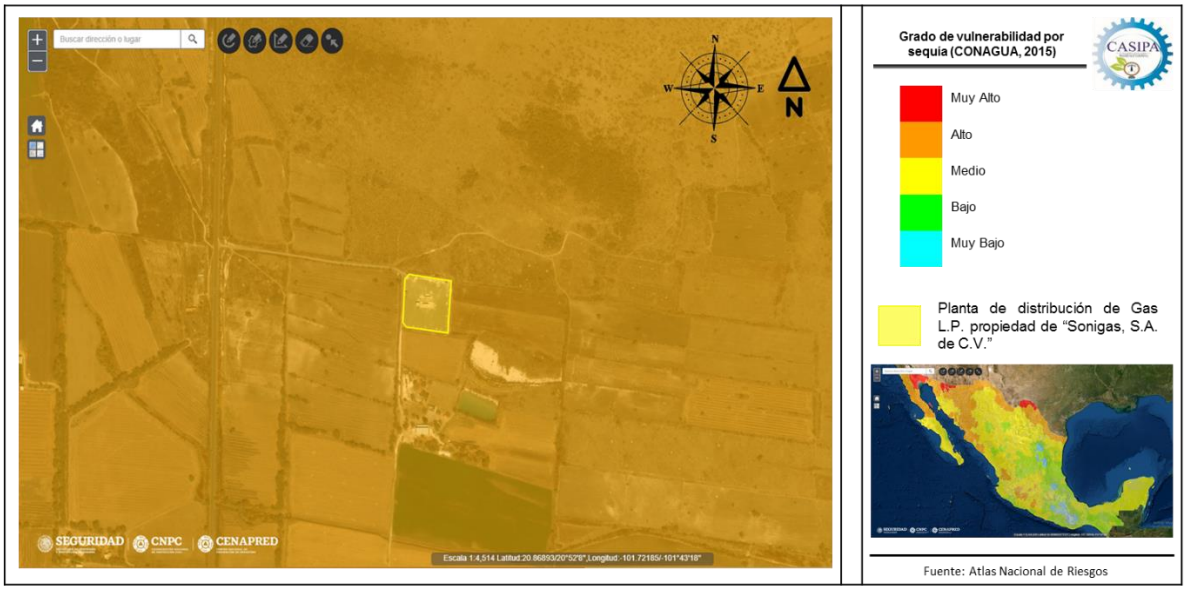


Figura I.15. Grado de vulnerabilidad por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

- *Tormentas eléctricas:* La zona donde se encuentra la planta de distribución, está catalogada con un Riesgo "Medio" por tormentas eléctricas.

Cabe mencionar que se tiene un sistema general de conexiones a Tierra, el cual tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta de Gas L.P. en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano eléctrico, se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

El recipiente de almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., marcos metálicos de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, tuberías, estructuras metálicas, básculas, transformador y tablero eléctrico, están conectados a tierra mediante zapata mecánica atornillada al cuerpo del equipo conectada a cable de cobre desnudo calibre 2/0, el cual se deriva de diferentes puntos de la red general de tierra de la Planta. además de que en cada toma de recepción y suministro se cuenta con una conexión a tierra mediante cable de cobre flexible forrado de calibre 1/0 conectado a pinza tipo caimán, para conectar a tierra los vehículos que lleguen a cargar o descargar.



Figura I.16. Riesgo por tormentas eléctricas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Es importante mencionar que para la construcción de la planta se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por la zona donde se encuentra localizada la instalación y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

En conclusión, en un inicio el diseño de la planta se realizó apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo de fecha 5 de diciembre de 2007, así como en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996 Plantas de Almacenamiento para GLP Diseño y Construcción, editada por la Secretaria de Energía, Dirección General de Normas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 1997.

Actualmente, en virtud en la normatividad que rige las actividades que se llevarán a cabo en la planta**,** se cuentan con un dictamen técnico No. **013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020,** emitido el 20 de noviembre de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 036-C** Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles **(Ver Apartado D),** donde señala que los planos y memorias técnico descriptivas de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. de C.V.** cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014** ***Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación****,* publicada el 22 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

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

- ⇨ **NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de gas l. p., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

El objetivo y campo de aplicación de esta norma es establecer los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben cumplir para el diseño, construcción y operación de plantas de distribución de Gas L.P.

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

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

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen Técnico No. 013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020 emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles con número de registro UVSELP 036-C de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.

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

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

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen No. DVNP12-2020-UVSEIE 552-A/000176 de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012.

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

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

Sonigas, S.A. de C.V., pretende reanudar la operación de la Planta de distribución de GLP, la cual cuenta con una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros, distribuidos en un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal.

En el caso de que la empresa, promueva un incremento de capacidad, esta deberá considerar lo siguiente:

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

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

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

Dado que el recipiente de almacenamiento fue fabricado en el año 2011, la planta deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

En julio 2021, el tanque de almacenamiento cumple diez años desde su fecha de fabricación, es por ello que se deberá realizar la evaluación de espesores conforme a lo establecido en la NOM-013-SEDG-2002, y posteriormente cada cinco años.

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

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

Sonigas, S.A. de C.V., deberá:

- Proporcionar capacitación a los trabajadores sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo.
- Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.
- Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas, evitando que sean obstruidas o que la eficacia de éstas sea disminuida por la saturación de avisos diferentes a la prevención de riesgos de trabajo.
- Cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **7**,**8** y **9** de esta Norma, en relación a colores de seguridad y colores contrastantes, señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

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

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

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero al carbón cedula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para alta presión y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140 kg/cm² y con una tubería de acero al carbón cedula 80 sin costura.

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

- ⇨ **NOM-005-SESH-2010, Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento.**

La flotilla de auto-tanques cuenta con equipos de combustión a base de GLP, de acuerdo a la presente norma la evaluación de la conformidad con la misma deriva en un documento emitido por la DGGLP o un dictamen expedido por una unidad de verificación, ambos documentos deberán mostrar el grado de complimiento de la norma y su vigencia no podrá exceder de un año a partir de la fecha de emisión.

- **PROY-NOM-002-ASEA-2019. Transporte y distribución de gas licuado de petróleo por medio de tractocamión-semirremolque, auto-tanque y vehículos de reparto.**

Establece especificaciones y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente que deben cumplir los Regulados que realicen las actividades de Transporte y Distribución de Gas Licuado de Petróleo por medio de Tractocamión-Semirremolque, Auto-tanque y Vehículo de Reparto.

La mencionada norma fue publicada en el Diario Oficial el 29 de mayo de 2019 y conforme al Transitorio SEGUNDO, el proyecto de norma cancela y sustituye a la NOM-007-SESH-2010. Por tanto, los auto-tanques de distribución deberán de cumplir con el punto 6. Operación y mantenimiento de la mencionada, para lo cual deberá de ser evaluados por una Unidad de Verificación la cual emitirá un dictamen aprobatorio o no aprobatorio.

- **NOM-213-SCFI-2018. Recipientes portátiles y recipientes transportables sujetos a presión, para contener gas licuado de petróleo. Especificaciones de fabricación, materiales, métodos de prueba e identificación (Cancela a la NOM-008-SESH/SCFI-2010)**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones técnicas mínimas de diseño, de fabricación y de seguridad, así como los métodos de prueba que como mínimo, deben cumplir los recipientes transportables sujetos a presión y los recipientes portátiles para contener Gas Licuado de Petróleo reabastecibles, con capacidad de almacenamiento nominal de hasta 45 kg, que se utilicen en los Estados Unidos Mexicanos para la distribución o expendio al público de dicho petrolífero.

- **NOM-016-CRE-2016. Especificaciones de calidad de los petrolíferos.**

Conforme a lo señalado en la mencionada norma, se señala que todos los petrolíferos que se comercializan en México deben cumplir especificaciones de calidad, de tal forma que no representen un riesgo a la salud de las personas, a sus bienes y al medio ambiente, y sean compatibles con las establecidas por aquellos países con los que México guarda relación comercial.

Conforme a lo anterior, el permisionario de distribución mediante la planta de distribución de GLP deberá contar con un dictamen emitido por unidad de verificación o tercero especialista donde se de fe del cumplimiento de la norma.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- **NOM-020-STPS-2011.** Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.

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

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

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

- **NOM-035-STPS-2018,** Factores de riesgo psicosocial en el trabajo – Identificación, análisis y prevención. Establece los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo.

Las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social mencionadas en las líneas anteriores, describen la seguridad y protección que deberá ocupar el personal que labora en las instalaciones de la planta de distribución de GLP, así como las condiciones físicas y mecanismos de seguridad que deben de acatar éstas y las instalaciones con el fin de evitar accidentes.

Consciente de ello, el encargado de la planta propiedad de Sonigas, S.A. de C.V., deberá capacitar al personal operativo y administrativo en materia de seguridad. Asimismo, de deberá cumplir y presentar evidencia fotográfica y documental de los siguientes programas: Programa de mantenimiento general, Programa de mantenimiento de unidades repartidoras, Programa calendarizado de capacitación y Programa calendarizado de simulacros.

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

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
(SEMARNAT)

En materia de aguas residuales:

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

Vinculación: Al reanudar las etapas de operación y mantenimiento de la Planta de distribución de Gas L.P., se generarán descargas de aguas residuales procedentes de los servicios sanitarios, los cuales estarán conectados a una fosa séptica ubicada en el lindero norte de la Planta. Por lo tanto, no habrá descarga de aguas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

La fosa séptica, deberá ser constantemente monitoreada para asegurar que se encuentre bajo los parámetros permisibles de contaminantes, así mismo será sometida a mantenimiento de forma regular.

Además, el encargado de la planta de distribución deberá proporcionar materiales biodegradables al personal de limpieza para que las aguas residuales generadas se mantengan por debajo de los parámetros indicados por la Norma.

En materia de emisiones a la atmosfera:

- **NOM-050-SEMARNAT-2018,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

Vinculación: La flotilla de unidades transportadoras que será parte de la Planta de distribución de Gas L.P., funcionará mediante la combustión de gas l.p. y debido a que esta Norma señala que el propietario del vehículo automotor deberá presentar a evaluación de sus emisiones de contaminantes en los Centros de Verificación Vehicular, el Promovente llevará a cabo un mantenimiento periódico y la verificación de cada una de las unidades registradas de la Planta de distribución, para que estas operen en buenas condiciones y deberá respaldar con evidencia documental correspondiente.

En materia de emisiones de ruido:

- **NOM-081-SEMARNAT-1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

ACUERDO por el que se modifica el numeral **5.4** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-081-SEMARNAT-1994**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación: La Planta de Distribución de GLP cuenta con tres bombas, una para la carga de recipientes transportables, una para carga de auto-tanques y la otra para carga de

carburación de autoconsumo, las cuales se vigilarán para evitar sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos dentro de esta NOM.

En materia de contaminación de suelo:

- **NOM-001-ASEA-2019,** que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

Vinculación: Al reanudar las etapas de operación y mantenimiento se generarán en el taller mecánico y área trasiego de gas l.p., llantas gastadas de las unidades transportadoras propiedad de la empresa, válvulas y mangueras caducas, papel, cartón y tóner. Por ello, se deberá habilitar un espacio en las instalaciones de la Planta de distribución de Gas l.p., para el almacén temporal de llantas, mangueras y válvulas caducas y otro para separar papel, cartón y tóner usado en las áreas administrativas.

También se deberá llevar un registro de las cantidades generadas de residuos de manejo especial y de esa manera determinar si la empresa está sujeta a presentar un Plan de Manejo de Residuos del Sector Hidrocarburos.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005.** Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación: Las actividades que se llevarán a cabo en la etapa operativa de la Planta de distribución de Gas L.P., en específico en el taller mecánico, donde se realizará la reparación de las unidades repartidoras se prevé la generación de los siguientes residuos peligrosos: *aceites lubricantes gastados*.

Tabla I.13. Características de los RP que se generarán en la etapa operativa de la Planta.

Residuo	Clave CRETIB	Número
Aceites lubricantes gastados	T. I	Rp3.3/01

CRETIB= Características de peligrosidad del residuo. T= Tóxico, I= Inflamable.

En el proyecto civil no se consideró un cuarto para el almacén de este tipo de residuos, por ello, Sonigas, S.A. de C.V. deberá habilitar en la instalación un espacio para el resguardo temporal de los RP que se generen en el taller mecánico, los cuales deberán separarse en depósitos rotulados de acuerdo artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR. Asimismo, los RP deberán ser recolectados y transportados a un sitio permitido por una empresa autorizada.

Además, Sonigas, S.A. de C.V. deberá de registrar a su empresa como generadora de residuos peligrosos en la categoría que le corresponda.

- **NOM-054-SEMARNAT-1993,** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.

Vinculación: De acuerdo a lo descrito en el apartado II.2.9 de la MIA-P se considera la generación de un solo tipo de residuo peligroso (aceite lubricante gastado) listado en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Este RP pertenece al grupo reactivo 6, por tanto, al momento no es posible realizar el procedimiento para determinar incompatibilidades.

No obstante, el promovente deberá habilitar un cuarto para el almacén temporal de los RP, los cuales deberán separarse en depósitos rotulados de acuerdo a los artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR. También se deberá realizar un convenio con una empresa autorizada para la recolección y transporte de los mismos y se deberá de dar de alta como empresa como generadora de R.P.

En materia de protección de flora y fauna:

- **NOM-059-SEMARNAT-2010.** Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.

Vinculación: Debido a que la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra totalmente construida, ya han sido alterados los componentes bióticos y abióticos del área. No obstante, el grado de perturbación que presenta el sitio de estudio, también se debe a actividades previas propias de la agricultura, muestra de ello es el componente biótico que se localizó en este sitio, el cual está compuesto de especies florísticas arvenses, ruderales y de ornato y de especies faunísticas sinantrópicas. Sin registrarse en el sitio de estudio la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

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

TITULO PRIMERO
Disposiciones Generales
CAPÍTULO II
Distribución de Competencias y Coordinación

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones
X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

CAP. V Evaluación del Impacto Ambiental

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

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

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

Vinculación: Por ello, con objetivo de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, SONIGAS, S.A. DE C.V. presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el siguiente trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: **Planta de distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón"** ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato. Destacando que la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra totalmente construida, pero sin operar desde noviembre de 2016.

Cabe mencionar que se incluye el Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa desarrolla actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de GLP, indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

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

Vinculación: Durante la operación normal de la planta de distribución de GLP no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área de recepción, suministro, carburación de autoconsumo y llenaderas, estas emisiones furtivas son mínimas, ya que se cuentan con sistemas de seguridad altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

Artículo. 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:

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

Vinculación: Durante la etapa de operación y mantenimiento; derivado de las actividades de limpieza y mantenimiento de las instalaciones, el uso de sanitarios en oficinas, operación del sistema contra incendio etc., se generarán aguas residuales, las cuales serán dirigidas a la fosa séptica, localizada por del lindero Norte a un costado de las oficinas. Sus características se detallan en el plano civil.

Sonigas, S.A. de C.V., está obligada a operar y garantizar su adecuado funcionamiento, realizando inspecciones visuales de forma semestral y/o anual además deberá ser considerada en el programa de mantenimiento que se implemente en las instalaciones.

Además, se deberá proporcionar al encargado de la limpieza de las áreas comunes productos biodegradables o aquellos que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en esta Norma.

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

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

Vinculación: El control, manejo y disposición final de los residuos que serán generados en

las instalaciones, se indica en los apartados *II.2.9 y II.2.10 del Capítulo II* de la MIA-P, asimismo se deberán implementar las medidas preventivas señaladas en el Capítulo VI de la MIA-P.

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

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

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

Vinculación: La capacidad de almacenamiento que tiene la Planta e Distribución de Gas L.P. es de 89,020 litros agua al 100%, equivalentes a 52,683.8164 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el GLP, una cantidad de 50,000 kg. Por ello se presenta el Estudio de Riesgo correspondiente.

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

Vinculación: En materia de seguros para el sector hidrocarburos, la Agencia publicó las Disposiciones de carácter general que establecen los lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, *distribución*, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos. Conforme a dichas disposiciones, Sonigas, S.A. de C.V. deberá apegarse previo a la contratación de un seguro ambiental.

Artículo 148.- Cuando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguarda, el Gobierno Federal podrá, mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La Secretaría promoverá, ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de

desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

Vinculación: En un radio de 100 m no existen no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.

Cabe destacar la compatibilidad del uso de suelo en la zona donde se ubican las instalaciones con las actividades que ahí se desarrollan, una vez que contiguos al área total de la empresa se ubican predios con uso agrícola propiedad privada, en general se presentan condiciones de cultivo. Permiso de Uso de Suelo, DUyOT/US/2229-2020, emitido H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón con fecha del 26 de agosto de 2020., quien señaló que la instalación se encuentra dentro de una zona factible para uso comercial. Del mismo modo, de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI la zona donde se ubican las instalaciones le corresponde un uso de suelo y vegetación de agricultura de temporal.

LEY DE HIDROCARBUROS

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

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

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

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

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

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

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

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

Vinculación: La empresa Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V., recibió en diciembre de 2010 la autorización No. PAD-GTO-12100395 otorgado por la Secretaría de Energía, para una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros al 100 % agua en un tanque. No obstante, en cumplimiento al acuerdo A/012/2016 del Pleno de la Comisión Reguladora de Energía, de fecha 17 de marzo de 2016, que instruye la clasificación e inscripción de los expedientes relativos a los permisos de transporte y distribución por medios distintos a ductos, expendio y expendio al público de gas licuado de petróleo en el registro público de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), el título de permiso PAD-GTO-12100395 se le identifica con el Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016.

Asimismo, en noviembre de 2016 la Secretaría de Energía informó de la suspensión de los trámites presentados por el permisionario, indicando que estos se resolverían hasta que se informará a la ejecutoria. En consecuencia, en julio de 2019 Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V., solicitó la reanudación de la modificación del Título de permiso por cesión en favor

de Sonigas, S.A. de C.V., misma que fue autorizada mediante oficio No. RES/1746/2109 el 16 de diciembre de 2019.

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

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

TÍTULO PRIMERO
Disposiciones Generales
Capítulo Único Naturaleza y Objeto

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

I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;
II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y
III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

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

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

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

Vinculación: Las actividades que se realizarán en la planta de distribución de GLP, propiedad de Sonigas, S.A. de C.V., son de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo.

Con el objetivo de cumplir con los lineamientos de la autoridad reguladora vigente somete a evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo ante la Agencia, quien será la dependencia encargada de su regulación y supervisión en todas sus etapas.

DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Las Disposiciones Administrativas de Carácter General establecen elementos técnicos y requisitos en materia de Seguridad Industrial, Operativa y Protección al Medio Ambiente, que deberán cumplir los regulados que lleven a cabo alguna de las actividades descritas en el Art. 3 de la Ley de la Agencia.

Entre las aplicables a las actividades de una planta de distribución de GLP, se encuentran:

- **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.**

Conforme a lo descrito en la Sección Segunda de las disposiciones, la empresa deberá de contar con un Sistema de Administración el cual deberá solicitar ante la Agencia el registro para su conformación para posteriormente solicitar la autorización de la implementación.

Al respecto, la razón social Sonigas, S.A. de C.V., ingresó el 10 de enero de 2019 ante la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente; el Registro de la conformación Sistema de Administración para la Distribución de gas licuado de petróleo y/o petrolíferos.

Por ello, es importante que la Planta de Distribución de Gas L.P. – San Francisco del Rincón, una vez obteniendo la autorización en materia de Impacto Ambiental expedido por la agencia correspondiente deberá dar seguimiento a la implementación y desempeño del Sistema.

- **Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía que expide 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.**

Vinculación: de acuerdo con el permiso de distribución LP/14876/DIST/PLA/2016 la distribución de Gas L.P. se realizará mediante la Planta de Distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables, actividades que se deberán de realizar conforme al punto 2.2.3 de las disposiciones. Asimismo, la empresa deberá de cumplir con las obligaciones del punto 3 de las mencionadas disposiciones.

- **DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.**

Vinculación: la empresa SONIGAS, S.A. DE C.V. deberá de contar con seguro vigente de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad Ambiental (RA) registrado ante la ASEA y el límite de RC y RA, al contratar se debe determinar mediante un estudio de Pérdida Máxima Probable realizado por un Tercero Autorizado por la ASEA.

- **DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos.**

Vinculación: En caso de que durante las actividades propias de la planta de distribución de GLP ocurran incidentes o accidentes la empresa deberá informar a la Agencia mediante el Sistema de Información de Incidentes y Accidentes (SIIA) sobre la ocurrencia, desarrollo y control de los mismos.

- **DISPOSICIONES: administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.**

Vinculación: Al reanudar las etapas de operación y mantenimiento se generarán en el taller mecánico y área trasiego de gas l.p., llantas gastadas de las unidades transportadoras propiedad de la empresa, válvulas y mangueras caducas. Asimismo, en las oficinas administrativas se generará papel, cartón y tóner. Por ello, se dispondrá de un espacio para el almacén temporal de llantas, mangueras y válvulas caducas. Asimismo, se deberá habilitar un espacio donde se realice la separación del papel, cartón y tóner usado en las áreas administrativas.

- **DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.**

Vinculación: Considerando los escenarios determinados en el análisis de riesgo, así como aquellos que se presenten por motivo de factores externos (fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológicos, sanitarios y socio-organizativos), los cuales posean el potencial de ocasionar un daño grave a las personas, las instalaciones y al medio ambiente; Sonigas, S.A. de C.V. deberá formular un Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE). El PRE se deberá presentar ante la Agencia junto con la solicitud para la Autorización del Sistema de Administración y anexando el formato FF-ASEA-036.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 22-05-2015.

Fundamento y vinculación:

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

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

Para la clasificación de los residuos la empresa deberá observar lo siguiente;

El ***artículo 16*** menciona la clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

El ***artículo 18***, señala que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

Vinculación: En los apartados II.2.9 y II.2.10 del capítulo II de la MIA-P, se indica el manejo de cada tipo de residuo que será generado durante las actividades operativas y de mantenimiento de la planta.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

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

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Vinculación: En las actividades que se realizarán durante la operación y mantenimiento, en las áreas del taller mecánico, así como durante las actividades de mantenimiento de la infraestructura se generan residuos peligrosos que, en cualquier estado físico, por sus características y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud del personal y la población en general.

Para su manejo, almacenamiento y disposición final la empresa deberá habilitar un cuarto para el almacén temporal de estos residuos, y así den cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

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

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

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

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

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

D) Actividades del sector hidrocarburos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vinculación: La operación de la planta de distribución de GLP propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.** es propia del sector hidrocarburos, se cuenta con una capacidad de almacenamiento temporal de GLP de 89,020 litros volumen agua al 100%, en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener GLP, por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a 52,684 kg los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

El promovente somete a evaluación la manifestación de impacto ambiental junto con estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por Agencia.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

TEXTO VIGENTE.
Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el
25 de noviembre de 1988
Última reforma publicada en el DOF 31 de octubre de 2014

ARTÍCULO 3. Son asuntos de competencia Federal, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, los que señalan el artículo 5o. de la Ley y el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

ARTÍCULO 6. Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes:

IV.- Fuente fija: Toda instalación establecida en un sólo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera;

Vinculación: Conforme a los mencionados artículos y conociendo la naturaleza de las actividades a realizar en la planta de distribución, las emisiones derivadas del desacoplamiento de las mangueras durante las actividades de trasiego son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

ARTÍCULO 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación: En cuanto a las emisiones fijas, éstas deberán ser controladas y en su caso, reducidas mediante la implementación de válvulas de extremo de manguera de baja

emisión. En cuanto a las fuentes móviles provenientes de la distribución a través de auto-tanques se deberán controlar las emisiones de acuerdo al programa de verificación.

ARTÍCULO 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Vinculación: Los niveles máximos de GLP emitidos a la atmósfera no se encuentran establecidos en ninguna norma técnica expedida por la Secretaría o la Agencia, sin embargo, la empresa estará comprometida a disminuir las emisiones de GLP con la finalidad de coadyuvar en la estrategia del gobierno de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

ARTÍCULO 18. Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.

Vinculación: Sonigas, S.A. de C.V. deberá de realizar el trámite de la Licencia Ambiental Única para su autorización por parte de la Agencia, en este documento se registrarán las emisiones generadas dentro de la planta conforme a lo señalado en el artículo 19 del Reglamento.

ARTÍCULO 21. Los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada por las unidades administrativas competentes de la Secretaría deberán presentar ante ésta, una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1o. de marzo y el 30 de junio de cada año, los interesados deberán utilizar la Cédula de Operación Anual a que se refiere el artículo 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Vinculación: Una vez, obtenida la autorización del Licencia Ambiental Única, la empresa deberá de presentar la Cédula de Operación Anual conforme lo descrito anteriormente.

ARTÍCULO 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación: La empresa contará con una flotilla de auto-tanques y vehículos repartidores, los cuales se deben encontrar al corriente con el programa de verificación vehicular.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES

TEXTO VIGENTE.
Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004
Última reforma publicada en el DOF 31 de octubre de 2014

Artículo 10. Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Vinculación: La información sobre las emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos se realizará través de la Cédula de Operación Anual, la cual deberá contener los X incisos del artículo 10.

Artículo 11. La Cédula deberá presentarse a la Secretaría dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año, en el formato que dicha autoridad determine, debiendo reportarse el periodo de operaciones realizadas por el Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal, del 1o. de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior.

Artículo 12. El Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal presentará ante las unidades administrativas competentes de la Secretaría, la Cédula por cualquiera de los siguientes medios: I. En formato impreso, al cual se deberá anexar un disco magnético que contenga el archivo electrónico de dicha Cédula; II. En archivo electrónico, contenida en un disco magnético, anexando la impresión que contenga lo establecido en la fracción I del artículo 10; o III. A través del portal electrónico que se establezca para su recepción.

Artículo 15. La Cédula deberá contar en cada caso con la firma autógrafa o electrónica del representante legal del establecimiento sujeto a reporte, para lo cual el promovente deberá acreditar su personalidad al momento de iniciar el trámite de registro.

Artículo 20. Para efectos del presente Reglamento, las emisiones y transferencia de contaminantes y sustancias sujetas a reporte de competencia federal, que no estén reguladas por Normas Oficiales Mexicanas o cuya medición esté exenta, pueden estimarse a través de metodologías comúnmente utilizadas, tales como la aplicación de factores de emisión, estimación mediante datos históricos, balance de materiales, cálculos de ingeniería o modelos matemáticos.

Artículo 21. Los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán conservar durante un periodo de cinco años, a partir de la presentación de cada Cédula, las memorias de cálculo y las mediciones relacionadas con las metodologías señaladas en los artículos 19 y 20 del presente Reglamento; dicha información estará a disposición de la Secretaría en el momento que la requiera.

Vinculación: Sonigas, S.A. de C.V. deberá presentar ante la Agencia, la Cédula de Operacional Anual (COA) conforme a los tiempos descritos en el artículo 11, de manera electrónica y firmada por el representante legal.

Debido a que la planta generará emisiones fugitivas de GLP, que no están reguladas por ninguna Norma Oficial Mexicana, la estimación se realizará mediante balances de materia. Los archivos electrónicos de la COA serán conservados durante los cinco años que solicita el artículo 21.

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

TEXTO VIGENTE.

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

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

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

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

La empresa SONIGAS, S.A. DE C.V. estará sujeta a cumplir con los siguientes artículos:

Artículo 52. Los titulares de los permisos a que se refiere el presente *Reglamento* estarán obligados a contratar y mantener vigentes los seguros por daños, incluyendo aquéllos necesarios para cubrir los daños a terceros, y acreditar dicha contratación en los términos que establezcan las disposiciones administrativas de carácter general que al efecto emitan la Secretaría y la Comisión, en el ámbito de sus competencias, para hacer frente a las responsabilidades en que pudieran incurrir por las actividades permisionadas.

Artículo 53. Los Permisionarios deberán realizar la medición y proporcionar los documentos en que señalen el volumen y las especificaciones de los productos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo 54. Los Permisionarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación.

Artículo 55. Los Permisionarios estarán obligados a comprobar la procedencia lícita de los Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos.

Artículo 56. Los Permisionarios estarán obligados a comprobar la propiedad o posesión legítima de los equipos que utilicen para realizar las actividades al amparo de sus permisos, debiendo identificarlos en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

Vinculación: Sonigas, S.A. de C.V., adquirió la cesión de derechos del Título de permiso de distribución de Gas L.P., mediante Planta de distribución Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 (ANTES PAD-GTO-12100395) para una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros en un tanque de almacenamiento de la empresa Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V., mediante oficio No. RES/1746/2109 emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 16 de diciembre de 2019.

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

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

Fundamento y vinculación:

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

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

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

Teniendo en cuenta que, la planta de distribución de gas l.p., se encuentra instalada, pero sin operar, los criterios que son descritos en la siguiente lista están en función a la compatibilidad de éste en el sitio donde se encuentra instalado:

Criterios ambientales

- ✓ La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona con uso de suelo agrícola de temporal, fuera de Áreas Naturales Protegidas, Áreas de importancia ambiental y lejana de cuerpos de agua lóticos y lénticos permanentes.
- ✓ De acuerdo al Permiso de uso de suelo No. DUyOT/US/2229-2020, es factible desarrollar el giro de distribuidora de Gas L.P., en concordancia al Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial.
- ✓ No se encuentra flora y fauna nativa, endémica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el predio que ocupan las instalaciones que pudiera ser afectada por las actividades cotidianas.
- ✓ Se aprovechará un espacio impactado previamente en sus componentes bióticos y abióticos.

Criterios técnicos

- ✓ Existen vías de comunicación de fácil acceso a las instalaciones, lo que permitirá que haya la cobertura adecuada para los puntos de venta de la empresa.
- ✓ No se localiza línea de alta tensión y conducción de hidrocarburos, aérea o subterránea en el predio propiedad del Promovente.
- ✓ Se cuenta con los servicios básicos necesarios para el funcionamiento adecuado de la Planta de Distribución: luz, agua, telefonía.
- ✓ La instalación cumple con las distancias de seguridad requeridas en la normatividad aplicable.

Criterios socioeconómicos

- ✓ Se beneficiarán a los habitantes de las poblaciones cercanas mediante la generación de empleos temporales y permanentes.
- ✓ También se generará demanda de servicios a las empresas particulares locales por la adquisición de insumos para la reanudación y para los servicios de mantenimiento.
- ✓ Asimismo, con el pago de impuestos al municipio de San Francisco del Rincón, la empresa Sonigas, S.A. de C.V., contribuirá con el desarrollo económico de la región.

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

El diseño se apega a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo y del REGLAMENTO de las actividades a que se refiere el Titulo Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha 31 de octubre de 2014, así como en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 “Plantas de Distribución de Gas L.P. – Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”, editada por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el miércoles 22 de Octubre de 2014.

El terreno que ocupa la Planta de Distribución afecta una forma regular y tiene una superficie de 9,346.00 m^2.

- ✓ **Urbanización de la Planta**

Las áreas para la circulación interior de los vehículos, se tienen pavimentadas a base de concreto armado, y cuentan con las pendientes apropiadas para el desalojo de aguas pluviales, todas las áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como objetos ajenos a la operación de la misma. El piso de la zona de almacenamiento es a base de concreto y cuenta con el declive requerido del 1% para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

- ✓ **Edificios**

a) Edificios:

Las construcciones destinadas para las oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta, y cuarto de tablero eléctrico se encuentran localizadas por el lindero Norte.

El taller mecánico, almacenes de refacciones y llantas para los vehículos de la empresa y área de lavado de vehículos están ubicados por el lindero Este de la Planta.

Los materiales con los que están construidos son en su totalidad incombustibles, y que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas. las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta, mismo que se anexa a esta memora técnica.

b) Bardas y/o delimitación del predio:

El terreno que ocupa la Planta se tiene delimitado por su lindero Norte, Sur, Este y Oeste con barda de block de concreto de 3.00, 4.10 y 4.70 metros de altura.

c) Accesos

En la intersección de los linderos Norte y Oeste del terreno que ocupa la Planta, cuenta con un acceso que tiene un claro de 10.80 m, el cual se utiliza como entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Así mismo, en la intersección de los linderos Sur y Oeste se cuenta con acceso adicional de 8.00 m de claro, el cual se utiliza como salida de emergencia. Las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.

d) Estacionamientos

Las zonas destinadas para el estacionamiento de vehículos de reparto se encuentran próximas al lindero Oeste del terreno de la Planta y dichas áreas están ubicadas de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a la Planta, no interfiera con la libre

circulación de los demás ni afecte a los que se encuentren estacionados. El piso está constituido a base de tepetate compacto y gravilla, con una pendiente adecuada para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

- ✓ **Talleres**

Esta Planta cuenta con un taller de servicio mecánico ubicado por el lindero Este, dicho taller está habilitado para realizar reparaciones menores y dar servicio de mantenimiento a los vehículos de reparto.

- ✓ **Zonas de protección**

La protección de la zona de almacenamiento es mediante muretes de concreto armado de 0.60 metros de altura y 0.20 metros de espesor, el piso del área de almacenamiento es concreto armado y cuenta con las pendientes requeridas para el desalojo de aguas pluviales, además cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.

Adicionalmente, en algunas zonas del área de almacenamiento se encuentran protecciones metálicas de tubo de acero al carbón cédula 40, ahogados y rellenos de concreto. Por el lindero Oeste del área de almacenamiento, se encuentra una protección adicional mediante plataforma de concreto armado de 0.70 metros de altura como resultado de la pendiente del terreno.

- ✓ **Muelle de llenado de recipientes transportables**

El muelle de llenado de recipientes transportables se localiza por el lado Oeste del recipiente de almacenamiento, encontrándose el múltiple de llenado a una distancia de 8.00 metros del recipiente. Esta construido en su totalidad con materiales incombustibles, siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica; su piso es de concreto armado con terminación perimetral frontal de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la generación de chispas causadas por los vehículos que tienen accesos al mismo.

En el muelle de llenado, por el lindero Suroeste se ubica el área destinada para la operación de carga y descarga de los recipientes transportables a los vehículos de reparto.

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

- ✓ **Zona de revisión de recipientes transportables.**

Dentro del muelle de llenado por el área Noroeste se localiza el área destinada para la revisión de recipientes transportables, la cual tiene una superficie de 9.00 m^2, siendo un rectángulo de 4.00 m x 2.25 m, el cual se encuentra delimitado mediante una raya discontinua de pintura de color amarillo de 0.12 m de ancho.

- ✓ **Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados**

Próxima a la intersección de los linderos Sur y Este de la Planta, se ubica la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la cual tiene una superficie de 16.00 m^2, se encuentra delimitado por una raya continua de pintura de color amarillo de 0.12 m de ancho. El piso de esta zona es de concreto, y se encuentra protegida contra impactos vehiculares mediante tubos de acero al carbón ced. 40 de 4” de diámetro ahogados y rellenos de concreto; además se encuentra alejada y fuera de la zona de circulación de los vehículos.

- ✓ **Servicios sanitarios**

a) En una sección de la construcción del edificio de la oficina administrativa de la Planta por el lindero este, se localizan dos servicios sanitarios para personal de oficinas, constando estos de dos tazas y dos lavabos. Están construidos en su totalidad con materiales incombustibles.

   Para el abastecimiento de agua a los servicios sanitarios se cuenta con una cisterna de capacidad apropiada.

b) El drenaje de aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% descargando a una fosa séptica.

Todos los servicios sanitarios cuentan con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros están construidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

- ✓ **Escalera y pasarelas metálicas**

A un costado del recipiente de almacenamiento de Gas L.P., se cuenta con una escalera con pasarela metálica para tener acceso a la parte superior de los mismo. La escalera es de plano inclinado y cuenta con barandal perimetral para evitar la caída de personas que la utilicen.

También se cuenta con una escalera de plano inclinado con barandal al frente del recipiente y cuenta con barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental de medición y control.

Se adjuntan en los Apartados E y F, la Memoria Técnico Descriptiva y plano del Proyecto Civil, respectivamente.

I.1.2. PROYECTO MECÁNICO.

✓ Recipiente de almacenamiento

a) Esta Planta cuenta con un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener GLP, el cual se localiza de tal manera que cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
b) Se tiene montado sobre bases de concreto armado, de tal forma que puede desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación. Existe entre la placa de apoyo y la base, material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
c) Cuenta con una zona de protección construida por muretes de concreto armado con altura de 0.64 metros y 0.20 metros sobre el nivel del piso terminado.
d) El recipiente tiene una altura de 1.90 metros medidos de la parte inferior del mismo al nivel del piso terminado.
e) A un costado del recipiente se cuenta con una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, la escalera es de plano inclinado y cuenta con barandal perimetral para evitar la caída de las personas que las utilicen. Se cuenta además con una escalera y pasarela metálica al frente del recipiente para la lectura de sus instrumentos de medición.
f) El recipiente, escaleras y pasarela metálicas cuentan con protección para la corrosión mediante un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.
g) El recipiente cuenta con las siguientes características:

	Recipiente 1
Fabricante	CYTSA
Según norma	NOM-012/2-SEDG-2003
Capacidad en Lts. De Agua	89,020
Año de fabricación	2011
Diámetro exterior	334 cm
Longitud total	1,125 cm
Presión de diseño	14 kg/cm^2
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semiesféricas
Eficiencia	100%
Espesor lámina cabezas	9.9 mm
Material lámina cabezas	TIPO 4 SA-612
Espesor lámina cuerpo	18.4 mm
Material lámina cuerpo	TIPO 4 SA-612
Coples	210 kg/cm^2
No. de serie	TP-1148
Tara	46,038 kg

h) El recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

- ⇨ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.

- ⇨ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA.
- ⇨ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ⇨ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura.
- ⇨ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra".

✓ **Maquinaria**

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

a) Bombas:

Número:	**1**	**2**	**3**
Operación básica :	Llenado de recipientes transportables	Carburación de autoconsumo	Llenado de autotanques
Marca:	Blackmer	Blackmer	Corken
Modelo	LGL-2E	LGL-2E	CK-1022-CF
Motor eléctrico	5 C.F	5 C.F.	10 C.F.
RPM	640	640	640
Capacidad Nominal	189.5 LPM (50 GPM)	189.5 LPM (50 GPM)	378 LPM (100 GPM)
Presión diferencial de trabajo (Max.).	5.0 kg/cm²	5.0 kg/cm²	5.0 kg/cm²
Tubería de succión:	51 mm Ø	51 mm Ø	76 mm Ø
Tubería de descarga:	51 mm Ø	51 mm Ø	76 mm Ø

b) Compresor

Número	**1**
Operación básica	Descarga
Marca	Corken
Modelo	491
Motor eléctrico	15 H.P.
RPM	825
Capacidad Nominal	813.33 LPM (215 GPM)
Desplazamiento	61.20 m^3/h (36 ft^3/min)
Radio de compresión	1.49
Tubería de gas-liquido	101mm (4") Ø. 76 mm (3") Ø
Tubería de gas-vapor	51 mm (2") Ø

Las bombas y compresores se encuentran ubicadas dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento, y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Las bombas y los compresores, junto con sus motores, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado 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 la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, se encuentra a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso.

- ✓ **Controles manuales, automáticos y de medición.**

a) Controles Manuales:

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kgf/cm², las que permanecen ''cerradas'' o ''abiertas'', según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos:

A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 32 mm (1 1/4") de diámetro para las bombas 1 y 2, y de 51 mm. (2") de diámetro para la bomba 3, para el retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apretura de 5.0 kgf/cm² (71 Lb/in²)

c) Controles de medición:

Anterior a la toma de carburación y tomas de suministro, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los recipientes de carburación montados en los vehículos utilitarios y en el llenado de los autotanques propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	TOMA DE CARBURACIÒN	TOMAS DE SUMINISTRO
Marca:	Actaris	Actaris
Tipo.	1 ½ - 4D -N	1 ½ - 4D -N
Diámetro de entrada y salida:	38 mm.	51 mm.
Capacidad:	227 L.P.M. (60 G.P.M) máx. 45 L.P.M. (12 G.P.M) min.	380 L.P.M. (100 G.P.M) máx. 78 L.P.M. (20 G.P.M) min.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm²	24.6 kg/cm²
Tipo de registro	Electrónico	Electrónico

- ✓ **Tuberías y conexiones.**

a) Tuberías y conexiones

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero al carbón cedula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para alta presión y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140 kg/cm² y con una tubería de acero al carbón cedula 80 sin costura. Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 24 horas con gas inerte a una presión mínima de una y media veces la presión de diseño.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

TRAYECTORIA	Líneas		
	LIQUIDO	RETORNO LÍQUIDO	VAPOR
De recipiente a tomas de recepción	76 y 51 mm.	------	51 mm.
De recipiente a tomas de suministro	76 y 51 mm.	51 mm.	51 mm.
De recipiente a toma de carburación	76 y 51 mm	51 mm.	---------
De recipiente a múltiple de llenado	51 mm	51 mm	---------

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro.

Además, las tuberías cuentan 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.

- ✓ **Muelle de llenado de recipientes transportables.**

Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero al carbón cedula 40 sin costura, para alta presión de 51 mm (2") de diámetro y conexiones soldables para alta presión. Constando con tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Los tubos que contienen los arreglos para el llenado de los recipientes transportables, se tienen a una altura de 1.20 metros del piso del muelle y está fijo al piso de concreto por medio de soportes especiales.

El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión.

- ✓ **Básculas de llenado y de repeso.**

a) Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas tres básculas del tipo de plataforma con capacidad de 300 kg cada una, con una resolución de 50 gr, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables; éstas básculas están conectadas para su mejor protección, al sistema general de "tierra", para control del llenado de los recipientes transportables se cuenta con controles automáticos eléctricos - electrónicos de llenado del tipo Troya, los cuales cuentan con una válvula solenoide que es

energizada a través del sensor de la báscula , el cual envía una señal eléctrica para abrir o cerrar el circuito del paso del flujo de Gas L.P.

b) Báscula de repeso:

Se cuenta en el muelle de llenado con una báscula adicional del tipo de plataforma con caratula digital de lectura automática, para repeso de recipientes transportables, e igualmente conectada a "tierra", tiene una capacidad de 300 kg con una resolución de 50 gr.

c) Llenadoras.

Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.
- ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

d) Sistema de vaciado de recipientes trasportables:

Esta Planta cuenta con un sistema de vaciado de recipientes transportables, el cual consta de un recipiente tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado, contando con los aditamentos necesarios.

El sistema de vaciado de recipientes está constituido por un múltiple de tres salidas, conectadas al recipiente antes mencionado, y está colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicado todo esto en la esquina Suroeste del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de recipientes transportables, es de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple al tanque estacionario de 32 mm (1 ¼") de diámetro. Los accesorios instalados son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P., construidas de nitrilo negro, hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

e) Zona de revisión de recipientes transportables.

Se cuenta en el muelle con área de 9.00 metros cuadrados que se ubica en el lado Noroeste del mismo, la cual es utilizada como zona de revisión de los recipientes transportables que van a ser llenados. Dicha área está delimitada mediante una raya discontinua de pintura habilitada en el piso.

- ✓ **Área de colocación de sello de garantía.**

En la esquina Sureste del muelle de llenado, se encuentra el área de sellado de los recipientes transportables, ya que está zona está libre de cualquier operación.

- ✓ **Tomas de recepción y suministro.**

Las tomas de recepción están localizadas por el lindero Norte del recipiente de almacenamiento, y se encuentran protegidas contra impacto vehicular mediante protecciones metálicas de tubo de acero al carbón cédula 40 de 4" de diámetro ahogadas y rellenas de concreto.

Se cuenta con tomas de suministro por el lado Norte del recipiente de almacenamiento y se encuentran protegidas contra impactos vehiculares mediante protecciones metálicas de tubo de acero al carbón cedula 40 de 4" de diámetro ahogadas y rellenas de concreto.

a) Tomas de suministro:

Para la carga de autotanques, se cuenta con un juego de tomas instaladas dentro de la zona de almacenamiento, constando de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal y por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor.

Las tomas de suministro de autotanques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).

En la toma para gas-liquido se cuenta con 4 válvulas para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula del tipo neumática para cierre de emergencia, una válvula del tipo solenoide y un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo y una válvula de no-retroceso de cierre automático, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

b) Tomas de recepción.

Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, están localizadas a una distancia de 9.95 m metros del recipiente, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor.

Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away).

En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados.

En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

c) Toma de carburación de autoconsumo:

Para la carga de los recipientes de carburación montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P., como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 2.

La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).

Así mismo, se cuenta con tres válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola de cierre rápido, una válvula solenoide y una válvula de exceso de flujo, además se conecta a un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

d) Tubería.

Las líneas de tuberías que hacen el recorrido dentro de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción y suministro, siguen una trayectoria en forma visible, permitiendo así la ventilación y mantenimiento de las misma.

e) Mangueras:

Todas las mangueras que se tienen instaladas para conducir Gas L.P., son especiales para éste producto, construidas con hule neopreno y doble malla de cuerda de nylon, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P.

Dichas mangueras instaladas están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. Se cuenta con una manguera en las tomas de recepción y suministro, quedando todas ellas protegidas contra daños mecánicos.

Los acopladores de las mangueras cuando estas no estén en servicio, quedan protegidos mediante tapón macho de bronce y colocadas en un soporte.

f) Soportes

Las tomas, para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, adicionalmente se cuenta en estas zonas con pinzas especiales para conexión a “tierra” de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.

Los coples soldables que contengan a las abrazaderas cuentan con válvula de cierre automático de doble no retroceso (pull-away).

Se adjunta en los Apartados E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del Proyecto Mecánico a escala, respectivamente.

I.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

- ✓ **Lista de componentes del sistema.**

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

- ✓ **Descripción de los componentes del sistema**

a) Extintores manuales

Como una medida de seguridad y prevención contra incendios, se tienen instalados en las diferentes áreas de la Planta, extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC, los cuales son de 9 kg. de capacidad y están colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 metros medidos del N.P.T. a la parte más alta del extintor, señalándose donde están ubicados de acuerdo a las Normas vigentes.

Adicionalmente cuenta en el área de almacenamiento un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco cada uno, clase ABC.

En los tableros eléctricos están instalados extintores de bióxido de carbono de 9 kg, cuya ubicación está señalada de acuerdo a Norma.

Los extintores están sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas.

Los extintores están ubicados en los lugares siguientes:

UBICACIÓN.	CANTIDAD
Toma de recepción.	1
Tomas de suministro.	1
Toma de carburación de autoconsumo.	1
Bombas para agua contra incendio.	1
Generador de energía eléctrica.	1
Almacenes y/o bodegas	1
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o autotanques.	2
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta	--
Zona de almacenamiento.	2
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Muelle de llenado de recipientes transportables	1
Patín de recepción.	--
Caseta del patín de recepción.	---
Caseta de vigilancia.	1
Oficinas.	1
Comedor.	---
Taller mecánico automotriz.	1
Taller de mantenimiento de recipientes transportables.	---
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.	1

Zona de revisión de recipientes transportables	1
Compresor de Gas L.P.	1
Bombas de Gas L.P.	3
Tablero eléctrico	1
Servicios sanitarios	1
Área de lavado automotriz	---

b) Extintor de carretilla.

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg. de polvo químico seco, localizado en el área de almacenamiento.

c) Extintor de CO_2:

Se cuenta con un extintor CO_2, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía.

d) Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, mismos que son adaptados en el tubo de escape a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

Además, se cuenta con dos trajes completos de bombero, para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendios.

Los trajes de bombero están dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo próximo a la caseta de vigilancia.

Se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

e) Alarma:

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 127 V.

f) Comunicaciones:

Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números da marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a servicios auxiliares públicos por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

g) Manejo de agua a presión:

Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1. Cisterna de seguridad de 100 m^3 de agua con las siguientes medidas. Planta 6.00 x 5.10 metros y profundidad de 3.30 m, este recinto se encuentra sobre NPT, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros, y su llenado se realiza a base de pipas.

2. El cuarto de equipo contra incendio está construido junto a la cisterna de agua contra incendio, sus dimensiones interiores en Panta son de 5.60 x 4.60 metros.

   Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

   - ✓ Una bomba acoplada a motor de combustión interna (diésel) de 86 H.P. y gasto de 4,500 L.P.M. a 6 kg/cm².
   - ✓ Una bomba acoplada a motor eléctrico de 60 H.P. y gasto de 5,795 L.P.M. a 6 kg/cm².

- ✓ **Red distribuidora de agua contra incendio**

La red de tubería de agua contra incendio tiene trayectoria subterránea y visible. La red de tubería subterránea lleva una trayectoria a 1.00 m de profundidad y está construida con tubería de polietileno de alta densidad, clase 14.0 kg/cm^2 unida mediante termofusión, con accesorios y conexiones del mismo material.

Toda la red de tubería visible está construida con tubo de acero al carbón ced. 40, protegida con primario anticorrosivo y sobre este, pintura de esmalte. Toda la tubería que está instalada en forma visible, es la que se acopla con la que emerge del subsuelo y así se conforma toda la red hidráulica que alimenta al sistema de hidrantes con manguera y al de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente, la cual inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 2.03 mm (8") de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Cuatro hidrantes con manguera de 2"de diámetro y chiflón en su punta, con una longitud de 30.00 m y una presión de 3 kg/cm².
- ✓ Para el enfrentamiento del recipiente de almacenamiento, se cuenta con una válvula de compuesta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40, en su recorrido visible.

- **Tubería y elementos de rociado para el recipiente de almacenamiento.**

El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal.

Estas tres tuberías longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm².

- **Válvulas del sistema de aspersión.**

La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente de almacenamiento, se localiza por el lindero Norte de la Planta, cercana al cuarto de equipo de bombeo de agua contra incendio.

La operación de esta válvula se realiza de manera manual local, y están identificada mediante un rótulo, que indica que alimenta.

- **Toma Siamesa:**

La toma siamesa para bomberos se localiza por el lindero Oeste de la Planta; próxima al acceso general, es una válvula recta con doble entrada, construida a base de fundición de bronce con acabado cromado.

Contiene dos conexiones de 2 ½ "de diámetro con cuerda NST y conexión de salida recta en 4" de diámetro con cuerda NPT., con capacidad para un gasto de 500 G.P.M.

Cuenta con una válvula anti-retorno en cada entrada, que permite realizar conexiones de mangueras durante la operación.

- **Entrenamiento de personal:**

Se imparten cursos de entrenamiento del personal, que abarcan los siguientes temas:

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

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

b) Mantenimiento general:
Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
Mantenimiento correctivo y agua.

- **Rótulos de prevención y pintura.**

PINTURA DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO.

El recipiente de almacenamiento está pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente al equivalente de la tercera parte del diámetro del recipiente, también tienen inscrito con caracteres no menores de 15 cm la capacidad al 100% en litros de agua, así como la razón social de la empresa, número económico y su contenido.

PINTURA EN TOPES, POSTES, PROTECCIONES Y TUBERÍAS.

a) Los muretes de concreto armado que conforman la zona de protección del área de almacenamiento, plataforma del muelle de llenado, maquinaria y tomas de suministro y recepción, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
b) Todas las tuberías se tienen pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de color blanco las conductoras de gas-liquido, blanco con banda de color verde las que retornan gas-liquido al recipiente de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojas las que conducen agua del sistema contra incendio y azul las de aire comprimido.
c) En el recinto de la Planta se tienen instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros y/o pictogramas con las siguientes leyendas:

Rótulo y/o pictograma	Ubicación
ALARMA CONTRA INCENDIO	Uno en interruptor de alarma
PROHIBIDO ESTACIONARSE	Uno por ambos lados de puertas de entrada y salida de vehículos. Uno por ambos lados de salida de emergencia Uno en toma siamesa
PROHIBIDO FUMAR	Dos en zona de almacenamiento. Una en tomas de suministro. Uno en tomas de recepción. Uno en toma de carburación de autoconsumo Uno en muelle de llenado de recipientes transportables.
USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD	Uno en el muelle de llenado de recipientes transportables.
USO OBLIGATORIO DE GUANTES	Uno en tomas de suministro. Uno en toma de carburación. Uno en toma de recepción. Uno en muelle de llenado de recipientes transportables.
HIDRANTE	Uno junto a cada hidrante
EXTINTOR	Uno junto a cada extintor.
PELIGRO, GAS INFLAMABLE	Uno en tomas de recepción. Uno en tomas de suministro. Uno en toma de carburación de autoconsumo. Uno en cada lado de la zona de almacenamiento. Uno en muelle de llenado de recipientes transportables.
SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS	Uno en cada acceso a la Planta Uno en dos lados del área de almacenamiento Uno en tomas de suministro Uno en tomas de recepción. Uno en muelle de llenado de recipientes transportables.
SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO	Dos en área de almacenamiento. Uno en tomas de suministro. Uno en toma de carburación de autoconsumo. Uno en tomas de recepción. Uno en muelle de llenado de recipientes transportables.

	Dos en áreas de estacionamiento de vehículos de la empresa.
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	Uno en tomas de recepción. Uno en tomas de suministro. Uno en muelle de llenado. Uno en toma de carburación de autoabasto.
CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS	Uno en la entrada de la Planta. Uno en dos lados opuestos de la zona de almacenamiento.
SALIDA DE EMERGENCIA	Uno por ambos lados de la puerta de entrada y salida de vehículos de la Planta. Uno por ambos lados de la puerta de salida de emergencia de la Planta.
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA	Uno en dos lados de la zona de almacenamiento. Uno en tomas de recepción. Uno en tomas de suministro. Uno en muelle de llenado. Trece en zona de circulación de la Planta.
RUTA DE EVACUACIÓN	Trece en muros perimetrales de la Planta.
VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H	Uno a la entrada de la Planta y doce en zonas de circulación.
PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	Uno en cuarto de equipo contra incendio.
VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA	Uno junto a la válvula.
GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO	Uno junto al gabinete.
BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR	Uno junto a cada botón de paro de emergencia.

Se adjunta en el Apartado E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del proyecto contra incendio a escala, respectivamente.

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La Planta de Distribución de GLP propiedad de **SONIGAS, S.A. de C.V.** –ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato - desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucrará reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (***GLP***) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del ***GLP*** a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples del recipiente de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo*, tal como se establece en su numeral **3.59** de la NOM-001-SESH-2014.

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

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

- **Recipiente de almacenamiento:** Recipiente no transportable para almacenamiento de 0GLP, a presión, instalado permanentemente en una planta destinada a la distribución.

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

Básicamente el proceso operativo de la *instalación* inicia con la recepción del ***GLP*** con la descarga de los ***semirremolques***, posteriormente se lleva a cabo su almacenamiento temporal por medio del ***recipiente de almacenamiento***, después realiza el suministro a tanques estacionarios mediante ***auto-tanques*** que previamente son cargados con el combustible mediante la toma de suministro, asimismo se dispone de una toma de carburación de autoconsumo, con la finalidad de suministrar el ***GLP*** a los ***auto-tanques*** que emplean éste como combustible (gas carburante).

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

La actividad implica un ***peligro*** en función de las propiedades de ***inflamabilidad*** – es la medida de la facilidad con la que el GLP, puede encenderse y de la rapidez con la que una vez encendido, se diseminaran sus llamas – de éste y bajo ciertas condiciones de ***explosividad*** – es la capacidad del GLP que provoca una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura.

A continuación, se anexa la descripción de cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo en las áreas operativas que integran la ***instalación***:

Procedimiento de descarga de semirremolques:

- Al inicio de turno el personal de descarga revisa el espacio disponible del tanque de almacenamiento y lo registra.
- Al llegar a la *instalación*, el ***semirremolque*** se dirige a la toma de recepción-suministro, 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.
- Se indica al chofer del ***semirremolque*** donde debe estacionarse y verificar que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Se toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acopla la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Posteriormente debe abrir 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, para abrir la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrir las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- En la línea del tanque hasta la toma de recepción-suministro se deben abrir las válvulas correspondientes. Debe cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Acciona el interruptor que pone a funcionar el compresor.
- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción y periódicamente verifica el contenido restante en el ***semirremolque*** mediante el dispositivo de medición instalado en el semirremolque, hasta que alcance el valor de cero.
- En cuanto dicho dispositivo marque cero, el descargador apaga el compresor.
- Cierra las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y las retira de la unidad.
- 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 colocan en su lugar correspondiente y se retiran las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informar al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

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

- El chofer estaciona el ***auto-tanque*** en la toma de recepción-suministro, donde el operador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:
- Verifica que las llaves de encendido del motor del ***auto-tanque*** no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.

- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el por ciento de gas que tiene el ***auto-tanque*** (contenido sobrante con el que regresó de ruta).
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el ***auto-tanque***, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto-tanque, para que éste alcance el 90% de su capacidad.
- 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 la 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.
- 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 verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de ***auto-tanque***.
- Retira las calzas de las llantas del ***auto-tanque***. Revisa en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas 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 *vehículos de reparto* en toma de carburación de autoconsumo:

El operador estaciona el vehículo en el área de toma de carburación de autoconsumo, donde la secuencia es la siguiente:

- El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones del mismo
- El gas contenido en el tanque de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de ***GLP*** que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador desde el encendido hasta su aceleración total.
- La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas columna de agua durante el encendido, el vacío esta comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible con la máquina apagada el combustible esta sellado fuera del carburador, así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es mientras el motor no esté funcionando no habrá paso de ***GLP*** al mismo, aunque el interruptor esté abierto.
- El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de dos etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa a través de filtro de la válvula de vacío y reduce esa presión en dos etapas, la primera hasta 2.5 PSIG y la segunda a 1.5 pulgadas columna de agua.

- En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 PSI en el tanque a presión de trabajo el ***GLP*** se expande para convertirse en vapor causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

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 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, donde son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula. 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.

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

Planta de Distribución de GLP
"SONIGAS, S.A. DE C.V."
San Francisco del Rincón, Guanajuato.

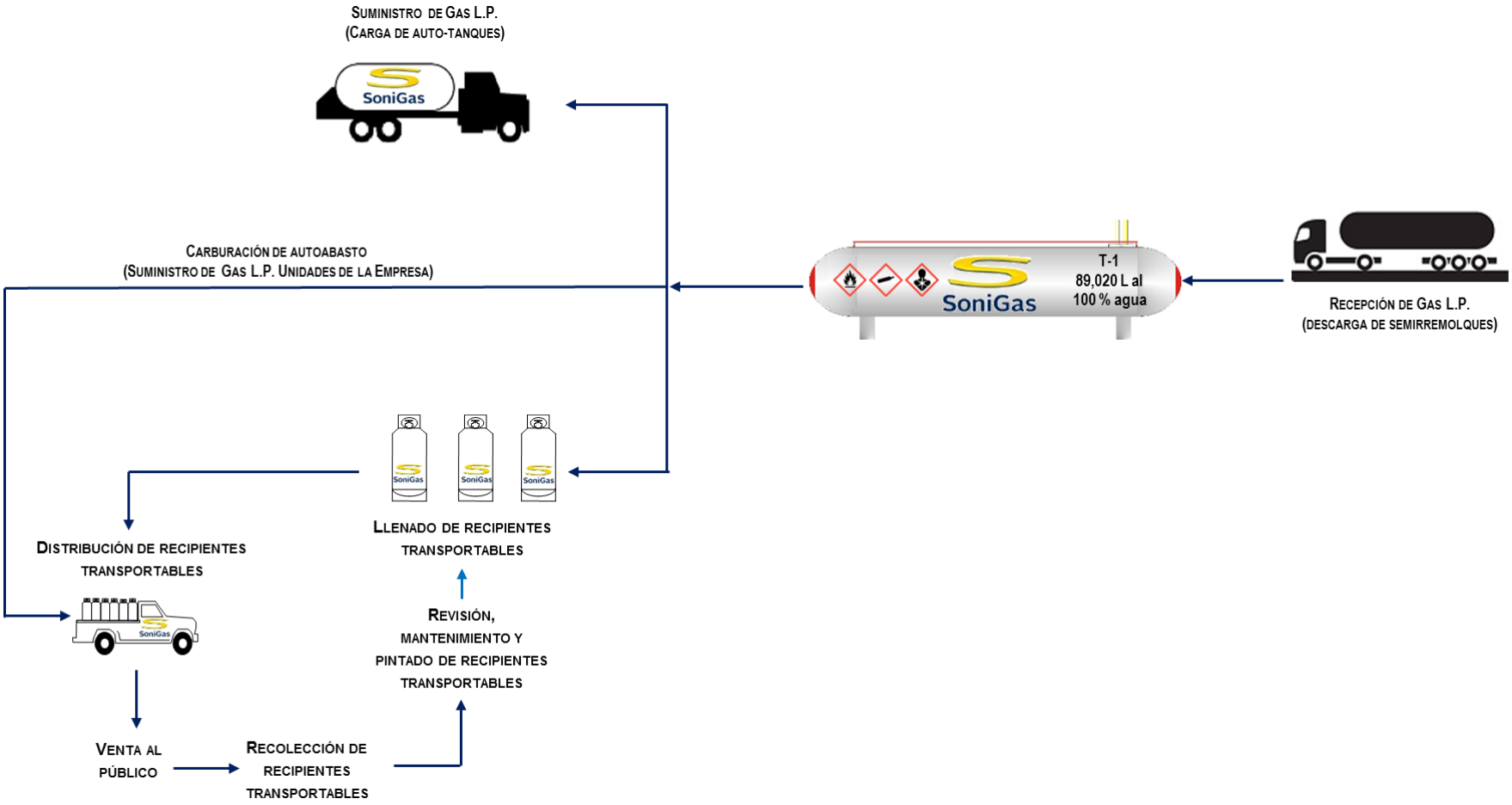


Figura I.17. Diagrama de bloques del proceso de la planta de distribución de GLP

Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación de una planta de distribución de GLP es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, por lo que la única sustancia que se manejará es el GLP con una capacidad total de almacenamiento de **89,020 litros volumen agua al 100% (52,683.8164 kg), los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.**

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

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

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

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

Tabla I.14. Manejo del GLP dentro de la planta de distribución

"SONIGAS, S.A. DE C.V."					
Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	**Gas Licuado de Petróleo (Mezcla de Propano y Butano)**				
Número CAS	68476-85-7				
Riesgo químico	**C**	**R**	**E**	**T**	**I**
	-	0	-	1	4
Concentración	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 % volumen mín. Butanos 40 % volumen máx. Impurezas y aditivos estabilizadores: etil-mercaptano (odorizante) 0.0017-0.0028 ppm. Azufre total 140 ppm máx.				
Cantidad máxima de almacenamiento	89,020 litros de agua al 100% (52,684 kg)				
Tipo de almacenamiento	Se cuenta con un recipiente presurizado de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.				
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas				
Flujo en operación	El flujo de operación e				
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP. y no la producción del mismo.				

I.2.1. Hojas de seguridad

A continuación, se anexa la respectiva hoja de datos de seguridad del GLP.

I.2.2. Almacenamiento.

La Planta de Distribución de GLP propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.** cuenta con un ***recipiente de almacenamiento*** del tipo intemperie, cilíndrico horizontal y especial para contener GLP.

El recipiente cuenta con las siguientes características:

	Recipiente 1
Fabricante	CYTSA
Según norma	NOM-012/2-SEDG-2003
Capacidad en Lts. De Agua	89,020
Año de fabricación	2011
Diámetro exterior	334 cm
Longitud total	1,125 cm
Presión de diseño	14 kg/cm^2
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semiesféricas
Eficiencia	100%
Espesor lámina cabezas	9.9 mm
Material lámina cabezas	TIPO 4 SA-612
Espesor lámina cuerpo	18.4 mm
Material lámina cuerpo	TIPO 4 SA-612
Coples	210 kg/cm^2
No. de serie	TP-1148
Tara	46,038 kg

Además, cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.
- ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4”) de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3”), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA.
- ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3”) y de 2.00 metros de altura.
- ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a “tierra”.

Es importante mencionar que el recipiente fue fabricado en el año 2011, por ello, se deberá realizar en julio de 2021 la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca la NOM-013-SEDG-2002 y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

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

Sonigas S.A. de C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	**Características**		**Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención**	**Tiempo estimado de uso**	**Ubicación**
Tanque I	Fabricado por	CYTSA	El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5") de conexión y 203 mm (8") de diámetro de carátula. ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA. ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura. ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra" Además, se cuenta con: - Sistema de aspersión: El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm². - Un extintor tipo carretilla de 60 kg - Dos extintores de PQS de 9 kg cada uno	El tanque deberá contar con un dictamen de conformidad con la ***NOM-013-SEDG-2002*** *Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso.* Se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca la Norma y obtener los dictámenes para la evaluación de conformidad para poder seguir operando. - A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años. - Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa. - Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.	El tanque se encuentra ubicado en la zona de almacenamiento, la cual está delimitada mediante muretes de concreto armado que constituyen la zona de protección del área.
	Norma	NOM-012/2-SEDG-2003			
	Capacidad	89,020 litros			
	Año de fabricación	2011			
	Diámetro exterior	334 cm			
	Longitud total:	1,125 cm			
	Presión de diseño	14 kg/cm^2			
	Espesor lámina de las cabezas	9.9 mm			
	Material lámina de las cabezas	TIPO 4 SA-612			
	Espesor lámina del cuerpo	18.4 mm			
	Material lámina del cuerpo	TIPO 4 SA-612			
	Coples:	210 kg/cm^2			
	No. de serie:	TP-1148			

Sonigas, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.					
Descripción	**Características**		**Tiempo estimado de uso**	**Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención**	**Ubicación**
Bomba I (Llenado de autotanques)	Marca	Blackmer	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tienen un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Las bombas, junto con sus motores, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado a otra base de concreto. Los motores eléctricos acoplados a las bombas, 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". A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 32 mm (1 1/4") de diámetro para las bombas 1 y 2, y de 51 mm. (2") de diámetro para la bomba 3, para el retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apretura de 5.0 kgf/cm² (71 Lb/in²) Además, se cuenta con: - Guardas de protección - Se cuenta con 1 extintor por cada bomba	Las bombas se encuentran dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.
	Modelo	LGL-2E			
	Capacidad nominal	189.5 L/min (50 GPM)			
	R.P.M.	640			
	Motor eléctrico	5 C.F.			
	Presión de trabajo	5 kg/cm^2			
Bomba II (Carburación de autoconsumo)	Marca	Blackmer			
	Modelo	LGL-2E			
	Capacidad nominal	189.5 L/min (50 GPM)			
	R.P.M.	640			
	Motor eléctrico	5 C.F.			
	Presión de trabajo	5 kg/cm^2			
Bomba III (Llenado de autotanques)	Marca	Corken			
	Modelo	CK-1022-CF			
	Capacidad nominal	378 L/min (100 GPM)			
	R.P.M.	640			
	Motor eléctrico	10 C.F.			
	Presión de trabajo	5 kg/cm^2			
Compresor I (Descarga de semirremolques)	Marca	Corken		El compresor, junto con su motor, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado a otra base de concreto. El motor eléctrico acoplado al 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 la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, se encuentra a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso. Además, se cuenta con: - Guardas de protección. - Válvula de alivio de presión. - Tubería de desfogue, cuya descarga no se dirige a ningún elemento de la planta. - Válvula de purga de líquido de la trampa del compresor. - Se cuenta con 1 extintor en el compresor.	El compresor se encuentra ubicado dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.
	Modelo	491			
	Capacidad nominal	813.33 L/min (215 GPM)			
	Desplazamiento	61.20 m^3/h (36 ft^3/min)			
	Motor eléctrico	15 H.P.			
	R.P.M.	825			
	Radio de comprensión	1.49			

Sonigas, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.					
Descripción	**Características**		**Tiempo estimado de uso**	**Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención**	**Ubicación**
Bomba I (eléctrica)	Gasto	5,795 L/min	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	- Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Válvula de relevo de presión - Conexión a la red de tierras	Estos equipos se encuentran en la caseta de equipo contra incendio, localizada por el lindero Norte.
	R.P.M.	3,600			
	Motor eléctrico	60 H.P.			
	Presión de trabajo	6 kg/cm^2			
Bomba II (Combustión interna)	Gasto	4,500 L/min			
	R.P.M.	3,450			
	Motor eléctrico	86 H.P.			
	Presión de trabajo	6 kg/cm^2			
	Combustible empleado	Diésel			
Transformador eléctrico	Tensión	225 KVA			El transformador se encuentra ubicado por el lindero Oeste de la planta.
	Cuchillas	3 juegos de 1F, 14.4 kV			
	Apartarrayos	1F,12 kV			
Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes (sistema de vaciado de recipientes transportables)	Capacidad	1,000 litros		El recipiente tipo estacionario cuenta con una válvula de bola de 32 mm Ø y otros aditamentos. Además, se cuenta con: - Un extintor en el sistema de vaciado de recipientes transportables	El sistema de vaciado de recipientes transportables se encuentra por el lindero Norte del muelle de llenado de recipientes transportables.
Generador eléctrico	Modelo	APD55A-6	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.		El generador eléctrico se encuentra por el lindero Norte de la Planta.
	Año de fabricación	2018			
	Serie No.	Y18052650			
	R.P.M.	1800			
	Volts	220/120			

Se adjunta plano de localización de equipos

I.2.4. Pruebas de verificación.

La planta de distribución de GLP perteneciente a SONIGAS, S.A. DE C.V. se ubica en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato, inició operaciones en el 2012 bajo la razón social de "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." bajo el amparo del permiso de distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P con número **PAD-GTO-12100395** para una capacidad total de almacenamiento de 89,020 litros**,** sin embargo, el 16 de diciembre de 2019 realizó la cesión de derechos a favor de la empresa **"Sonigas, S.A. de C.V.".**

Inicialmente la Planta la planta fue diseñada de acuerdo con las especificaciones de carácter técnico que establecía la NOM-001-SEDG-1996 Plantas de almacenamiento para gas l.p. Diseño y Construcción. No obstante, actualmente su operación se ajusta a la normatividad vigente que rige este tipo de instalaciones, es decir, la NOM-001-SESH-2014. Asimismo, en cumplimiento al acuerdo A/012/2016 del pleno de la Comisión Reguladora de Energía, de fecha 17 de marzo de 2016, que instruye la clasificación e inscripción de los expedientes relativos a los permisos de transporte y distribución por medios distintos a ductos, expendio y expendio al público de gas licuado de petróleo en el registro público de la comisión reguladora de energía, el **título de permiso de distribución de gas licuado de petróleo mediante Planta de Distribución** para esta instalación es **LP/14876/DIST/PLA/2016.**

Debido al cambio en la normatividad y de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**, la planta de distribución de GLP cuenta con los siguientes dictámenes:

- Conforme al numeral **6.2.2** y **6.2.6** se cuenta con el dictamen técnico No. **013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020** de los Planos y Memorias Técnico Descriptivas de la Planta de Distribución de Gas L.P., emitido el 20 de noviembre de 2020 por la UVSELP 036-C Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles.

- Conforme al numeral **4.2.3.1** y de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012** *Instalaciones Eléctricas*, se cuenta con el dictamen de verificación No. DVNP12-2020-UVSEIE 552-A/00176 emitido el 29 de junio de 2020 por la UVSEIE 552-A Ing. Jaime Ledezma Zavala.

De acuerdo con la mencionada norma y conforme el dictamen de cumplimiento con la norma; la planta cumplió con lo siguiente en lo referente a la operación de la planta:

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

contra incendio, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y de sistemas de seguridad.

II. Hacer del conocimiento a la DGGLP cualquier situación provocada por un tercero que derive en una probable reducción de las distancias de separación que resulten de lo dispuesto en el numeral **4. 2.1.26** de esta Norma.

III. 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.

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

Es importante mencionar que el tanque de almacenamiento fue fabricado en el año 2011, de acuerdo a lo establecido en el numeral **4.2.2.2.1,** a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, el recipiente de almacenamiento deberán contar con un dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que son aptos según los criterios que establece la Norma **NOM-013-SEDG-2002**, o la que la sustituya, y que sea emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma, por ello con la finalidad de cumplir con lo establecido en dicha norma se deberá realizar la evaluación de espesores en julio 2021; y posteriormente cada cinco años.

Considerando que las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra totalmente construida, pero sin operar desde noviembre de 2016. Por ello se deberá acatar lo establecido en los siguientes numerales de la NOM-001-SESH-2014.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1** Previo a su puesta en operación el recipiente de almacenamiento, debe revisarse por inspección visual, si el recipiente de almacenamiento presenta los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en cuyo caso debe efectuarse la reparación:

  a) Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma.
  b) Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1.1** La evaluación de los daños anotados en los incisos anteriores debe llevarse a cabo mediante las siguientes pruebas:

  a) Las abolladuras con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma, deben evaluarse con las pruebas de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. En caso de que la abolladura sea en los cordones de soldadura, además de las pruebas anteriores, debe efectuarse la prueba de radiografiado en dicha soldadura.

  Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de: la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya; la prueba hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de

la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

b) Las cavidades en las placas o cordones deben evaluarse mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.

Cuando en el resultado de la medición la profundidad sea mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada, ésta deberá ser reparada.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.4** Prueba e inspección de soldaduras en tuberías. Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, en caso de existir tuberías soldadas:

  a) Las soldaduras en las tuberías deben ser inspeccionadas mediante radiografiado o ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad; la extensión y limitantes de la inspección dependen del tipo de instalación de las tuberías.
  b) El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método especifico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método mencionado en el inciso i) del Apéndice.
  c) Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
  d) Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
  e) Debe contarse con el informe por escrito del resultado.
  f) Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con el inciso b) del Apéndice.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.1** Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se debe contar con:

  a) Informe por escrito del resultado radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías.
  b) Efectuar y aprobar una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P.
  c) Cuando los actuadores del sistema del paro de emergencia son accionados neumáticamente, debe contarse con el informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.8.** La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación en materia de GLP. Y se deberá contar con el informe por escrito del resultado de la revisión.

I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) perteneciente a SONIGAS, S.A. DE C.V. ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato.

En el proceso operativo que se llevará a cabo en la Planta de Distribución de GLP se consideran únicamente operaciones de ***trasiego*** por lo que no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias, puesto que el gas licuado de petróleo (***GLP***), sólo se pasa de un recipiente a otro, sin la necesidad de alterar su composición o modificar las propiedades de éste.

El almacenamiento que se llevará a cabo del ***GLP*** es a presión superior a la atmosférica, debido a que éste será sometido a presión y temperatura ambiente (TPN) ya que en su estado natural es gas.

El proceso de producción del ***GLP***, implica la licuefacción de un gas, que, al ser sometido a temperaturas bajas y presiones altas, se obtiene éste en fase líquida, lo que facilita su ***manejo***; asimismo en el caso de una Planta de Distribución de GLP, dicha condición se mantendrá tanto en su transporte como su almacenamiento.

Por lo anterior, en las ***instalaciones*** se llevará a cabo el almacenamiento del ***GLP*** a temperatura ambiente y a una presión superior a la atmosférica que oscila en un rango de 6 a 10 kg/cm^2. Sin embargo, es importante considerar que, en el caso del ***recipiente 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 I.18***).

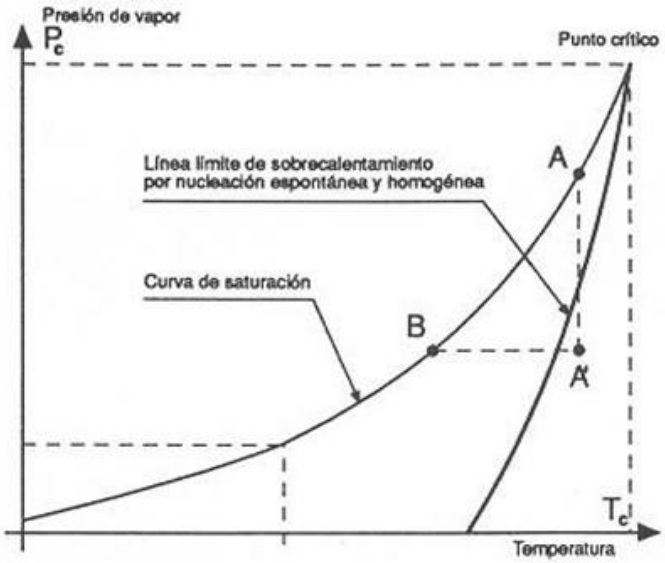


Figura I.18. Curva de saturación presión-temperatura

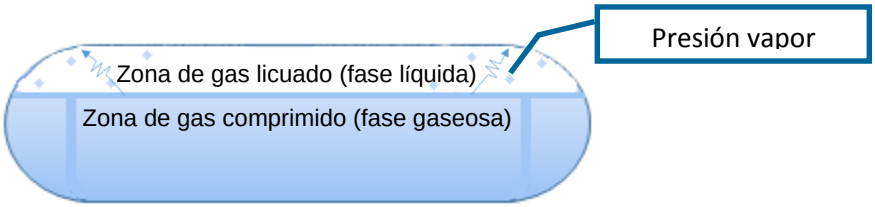
Por lo que a medida que aumente la temperatura, aumentará la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo será posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede

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 liquida) 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 kg/cm^2

T= Atmosférica.



El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6-9 kg/cm^2) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en 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 recibirá 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.

Tabla I.15. Presión mínima de trabajo de las tuberías en la Planta de Distribución de Gas L.P.

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

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 **00011035 La Sandia periodo 1981-2010.**

- Temperatura máxima normal (anual): 28.8°C
- Temperatura media normal (anual): 19.3°C
- Temperatura mínima normal (anual): 9.8°C

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

- Presión de vapor en función de la $T_{máx}$: 6.12 bar
- Presión de vapor en función de la T_{med}: 4.71 bar
- Presión de vapor en función de la $T_{mín}$: 3.56 bar

Las principales áreas donde se ***manejará*** el ***GLP*** son:

- Tomas de recepción (descarga de ***semirremolques***).
- Tomas de suministro (suministro a ***auto-tanques***).
- Toma de carburación de autoconsumo.
- Zona de almacenamiento (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 89,020 litros agua al 100 %).
- Muelle de llenado (llenado de ***recipientes transportables*** de ***GLP***).

Estado físico de la sustancia que se manejará en la planta de distribución de Gas L.P.

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 estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.
- Línea de retorno de vapores (el GLP se regresa en forma de vapor) y está identificada por el color amarillo ocre.
- 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 por el color blanco con franjas verdes a lo largo de la tubería.

Balance de materia.

Un balance de materia 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.

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

A su vez se considera que en la recepción de GLP, los flujos de entrada (gas líquido) y de salida (gas vapor) son constantes de acuerdo a la capacidad nominal del compresor. De igual forma para el suministro de GLP para auto-tanques y los recipientes transportables se considera que los flujos nominales de las bombas son constantes, por lo que los flujos de

salida de gas líquido lo son, no obstante, no se tiene estimado el flujo de gas vapor en el caso del suministro a auto-tanques que es trasegado al tanque de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de las bombas durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realizará en la planta de Distribución de Gas L.P. es un proceso que operará de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambia a través del tiempo, dependiendo de la cantidad de auto-tanques, vehículos automotores del público y recipientes transportables suministrados.

A continuación, se incluyen los diagramas de flujo de proceso, en donde además de indicar los *equipos* principales de proceso, se incluye el detalle del balance de materia:

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

- **Demanda total requerida a plena carga**

Fuerza para el servicio del sistema contra incendio de la Planta	48,100 W
Fuerza de operación y alumbrado de la Planta	42,646 W

- **Demanda total requerida**

La Planta dividirá su carga en 3 secciones principales:

2A.	Fuerza para servicio del sistema contra incendio con una carga de 48,100 Watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa:	48,100 W
2B.	Fuerza para operación de la Planta con una carga de 30,516 Watts y un factor de demanda del 80%, lo que significa:	24,412.80 W
2C.	Alumbrado con una carga de 12,130 Watts y un factor de demanda del 60%, lo que significa:	7,278.00 W

Esta instalación cuenta con un circuito de bloqueo para los arrancadores de las bombas y del compresor para Gas L.P., que sacará de operación estos equipos al momento en que opere el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendio por lo tanto la demanda requerida total es la siguiente.

Watts totales:	79,790.80
Factor de potencia:	0.90
KVA máximos:	88.65

El valor de demanda total requerida a plena carga que es de 90,746 Watts es solamente un valor teórico.

En la operación normal de la Planta, el valor de demanda total requerida a plena carga se divide en dos partes, las cuales nunca operarán de manera simultánea.

Una parte es la demanda de la bomba eléctrica contra incendio y la otra parte, es la demanda de los equipos de compresión y bombeo de Gas L.P., alumbrado de la Planta, alumbrado de oficinas, bodegas, vigilancia, sanitarios, almacenes y alumbrado de talleres, por lo que para la selección del transformador general se utiliza el valor más alto de demanda resultante de cualquiera de las dos partes que son usadas con sus porcentajes es decir sus factores de demanda cada uno.

- **Capacidad del transformador alimentador**

Tomando en cuenta el valor de los factores de demanda máxima (2A) que es de 48,100 W, entonces equivalente a 53.33 KVA, se tiene que el transformador a instalado es de 75 KVA, y por lo tanto tiene capacidad suficiente para suministrar la demanda requerida.

- **Fuente de alimentación**

La alimentación eléctrica se obtendrá de la línea de alta tensión de CFE que pasa por enfrente del terreno, con una tensión de 13.2 KV y de la que se toma una derivación

mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles 1F, 14.4 KV y con un juego de tres apartarrayos autovalvulares 1F, 12 KV, llevando la línea hasta el límite de la Planta mediante postes de concreto C-11-450 equipados con estructuras "T", rematando en un poste C-117-700 en el cual estará instalado mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, protegiendo la salida B.T., con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la Planta por trayectoria subterránea.

- **Red interior**

La instalación eléctrica de la Planta se divide en dos circuitos principales.

El transformador de 75 KVA con una tensión de 440 V trifásica, se deriva a dos circuitos principales.

- ✓ El primero que alimenta al motor eléctrico de 60 HP acoplado a la bomba contra incendio cuenta con un interruptor general de 150 amp.
- ✓ El segundo circuito llegará a un interruptor general de 200 amp., el cual alimenta a varios circuitos.

El primer circuito secundario llega a un interruptor genera de 200 amp, y este alimenta a los circuitos de los motores eléctricos del compresor y bombas para el trasiego de Gas L.P.

Todos los motores instalados en las áreas consideradas como peligrosas, serán a prueba de explosión.

- **Tableros**

Los tableros estarán conformados por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1 y con los siguientes componentes:

- ✓ Dos combinaciones de interruptores de 3x20 amps con arrancador a tensión plana para motor de 5 H.P. (B-1 y B-2)
- ✓ Una combinación de interruptor de 3x30 amps con arrancador a tensión plena para motor de 10 H.P. (B-3)
- ✓ Una combinación de interruptor de 3x50 amps con arrancador a tensión plena para motor de 15 H.P. (C-1)
- ✓ Una combinación de interruptor de 3x15 amps con arrancador a tensión plena para áreas peligrosas y tablero Ri.
- ✓ Una combinación de interruptor de 3x125 amps con arrancador a tensión plena para alumbrado perimetral, de vigilancia, oficinas, servicios sanitarios y bodegas.

Se adjunta en los Apartados E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del Proyecto Eléctrico a escala, respectivamente.

I.3.2. Sistemas de aislamiento.

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

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

Sistema General de Conexiones a Tierra

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras, cumple con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

Los equipos conectados a “tierra” son: tanque de almacenamiento, bombas, compresor, tomas de suministro, tomas de recepción, tomas de carburación de autoconsumo, tuberías, trasformador, tablero eléctrico, estructuras metálicas, básculas de llenado y báscula para repeso.

Además de que cada bomba y compresor, junto con su motor, se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto, conectados al sistema general de “tierra”.

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

Todos los equipos y accesorios utilizados para el trasiego de Gas L.P., son resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para la presión y temperatura que se indica en esta norma. Se encuentran protegidos contra la corrosión del medio ambiente todos los equipos, recipientes de almacenamiento, tuberías y conexiones utilizados en el trasiego del Gas L.P., utilizando para dicho fin, primario y recubrimiento anticorrosivo compatible a la superficie donde se aplica.

Sin embargo, es menester mencionar que en la Planta de Distribución de GLP realiza operaciones de ***trasiego***, es decir el trasvase de ***GLP*** desde un recipiente a otro, por tal motivo en caso de que se llegase a presentar una fuga o derrame de ***GLP***, éste al perder la presión se vaporiza de inmediato, mezclándose con el aire del ambiente dando lugar a la formación súbita de nubes inflamables (en el peor de los casos, ya que depende en gran medida de la cantidad que se fugue y la disponibilidad del oxígeno en el aire atmosférico) y en condiciones extremas explosivas, las que al exponerse a una fuente de ignición podrían producir un incendio o explosión. Por tal motivo un derrame de GLP, como tal no se espera puesto que éste se vaporiza de inmediato debido a la pérdida de presión del sistema de trasiego en el cual se encuentra contenido.

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

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Metodologías de identificación y jerarquización

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para la Planta de Distribución de GLP propiedad de ***Sonigas, S.A. de C.V.*** – ubicada en Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato.

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

A) Análisis preliminar de peligros. En esta etapa se identificarán de manera preliminar los peligros y amenazas, reconociendo sustancias peligrosas, condiciones y posibles peligros considerando las salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones. El análisis preliminar de peligros consiste en:

1. Selección de una metodología de análisis preliminar de peligros. Para una adecuada selección de una metodología se considerarán los siguientes puntos: objetivos, información disponible, complejidad y tamaño de la instalación, tipo de proceso y naturaleza de los peligros y experiencia del equipo de trabajo.

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

3. Lista de verificación. Como parte del análisis de preliminar de peligros, la lista de verificación identificará los aspectos que se encuentran fuera de las especificaciones exigidas por la NOM-001-SESH-2014 y aspectos técnicos aplicables a una planta de distribución de GLP.

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

5. Análisis histórico de accidentes e incidentes. De acuerdo a bases de datos reconocidas que recopilan la información de accidentes se determinará cuáles son los accidentes, orígenes y causas más frecuentes y que se relacionen las actividades de una planta de distribución de GLP:

6. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos similares. Se identificarán los accidentes más relevantes de la industria del GLP con la finalidad de identificar las causas, efectos y medidas aprendidas.

7. Identificación de peligros potenciales. Se describirán las características de los escenarios posibles de riesgo potenciales a las instalaciones de distribución de GLP.

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

C). Determinación de los escenarios de riesgo. Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología Whatif…? 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.

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

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

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

G). Análisis de consecuencias. En este punto se realizará la evaluación de las consecuencias, en donde se calculará la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión.** Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego**

H). Determinación de las zonas de salvaguardas conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

I.4.2 Análisis preliminar de peligros.

Se tomaron a consideración varios factores que afectan la selección de una técnica adecuada de evaluación de peligros, que responda a los objetivos propuestos por la empresa **SONIGAS GAS, S.A. de C.V.** y que por consecuencia dé lugar a un análisis exitoso.

Es importante considerar que la empresa **SONIGAS GAS, S.A. de C.V.** pretende reanudar las actividades de operación de la planta de distribución de GLP la cual va a ser suministrada por medio de semirremolques, con una capacidad de almacenamiento temporalmente GLP a través de un recipiente de 89,020 litros 100 % agua, para finalmente suministrarlo a través de auto-tanques y recipientes transportables.

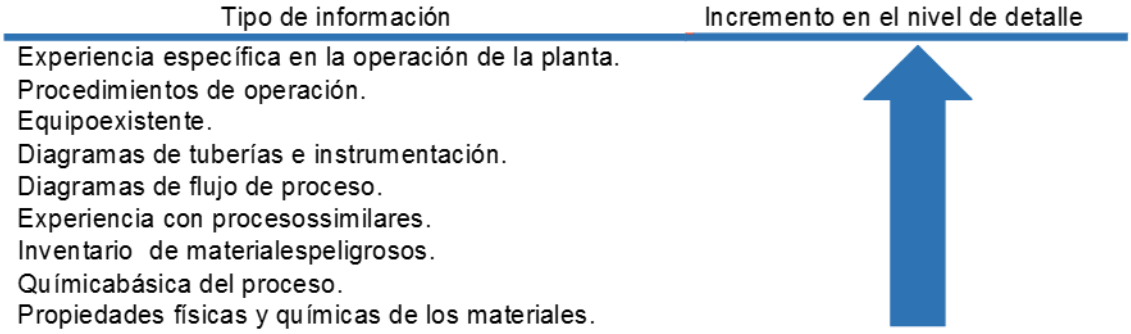
Es por lo cual que en cumplimiento de los artículos 28, 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y conforme a lo indicado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 4 de mayo de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, la empresa pretende obtener la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental otorgada por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Además de ser parte complementaria a la política de prevención de riesgos en la seguridad y salud en el trabajo que asume la empresa Sonigas Gas, S.A. de C.V. en las actividades de distribución de GLP.

Otro aspecto a considerar es que el resultado del presente estudio determinará si las medidas de protección instaladas son adecuadas para la adecuada administración de riesgos a un nivel tolerable o a un nivel ALARP. La administración de riesgos se realizará a través de la implementación del Sistema de Administración de Riesgos para dar cumplimiento a lo establecido en las *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 distribución de Gas Licuado de Petróleo*.

Entre otros aspectos a considerar para la selección de una técnica adecuada, fue la calidad y la cantidad de información actualizada disponible, considerando que SONIGAS, pretende reanudar la operación de la planta de distribución de Gas L.P.

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 GLP y propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. se cuenta con lo siguiente:

- Memorias técnico justificativas.
- Planos: civiles, mecánicos, eléctricos y del sistema contra incendio.
- Título de permiso de distribución de gas l.p. mediante planta de distribución Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 (Antes PAD-GTO-12100395), otorgado por la Secretaría de Energía. Fechado el 21 de diciembre de 2010.
- Inicio de operaciones, del título de permiso No. PAD-GTO-12100395, emitido por la Secretaria de Energía el 17 de marzo de 2012.
- Resolución NÚM. RES/1746/2019 de la Comisión Reguladora de Energía, que aprueba a Abastecedora ECOGASS, S.A. DE C.V., la modificación del permiso de distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante planta de distribución LP/14876/DIST/PLA/2016, por cesión a favor de "SONIGAS" S.A. DE C.V. Emitido por la Comisión Reguladora de Energía, el 16 de diciembre de 2019.
- Permiso de uso de suelo, expediente DUyOT/US/2229-2020. Emitido por el H. Ayuntamiento Municipal de San Francisco del Rincón, Guanajuato Fechado el 26 de agosto del 2020.
- Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2020-UVSEIE 552-A/000176, emitido por la Unidad de Verificación Ing. Jaime Ledesma Zavala, No. de Registro UVSEIE 552-A, fechado el 26 de junio de 2020.
- Dictamen técnico No. 013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020 de los Planos y Memorias técnicas descriptivas de las áreas civil, mecánica, eléctrica y contra incendio de la Planta de Distribución de Gas L.P. De conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, No. de Registro UVSELP 036-C. Fechado el 20 de noviembre de 2020.
- Históricos de accidentes en instalaciones similares.
- Estudios de riesgo en instalaciones similares.

Entre otros factores que intervinieron en la toma de decisión respecto a la técnica de identificación de peligros adecuada se encuentra las características particulares de la operación de la planta.

Complejidad y tamaño de la instalación.

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

- **Tomas de recepción semirremolques:** en ésta se lleva a cabo la descarga de semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través de un compresor C-1.
- **Área de almacenamiento:** Cuenta con un recipiente para la guarda temporal de GLP con capacidad de 89,020 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a auto-tanques:** se realiza el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a auto tanques. Se dispone de un par de tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado mediante bomba de auto-tanques es decir con la B-III.

- **Muelle de llenado:** finalmente se cuenta con una zona en la cual se realiza la revisión, llenado y sellado de los recipientes transportables con la finalidad de llevar a cabo la venta del GLP. El llenado se realiza por medio de la bomba I.
- **Toma de carburación (suministro a vehículos automotores):** se dispone de una boca toma para realizar el suministro de Gas L.P. a vehículos automotores del público en general. El Gas L.P. se suministra en fase liquida con el uso de la bomba B-II a través de un dispensario.

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

- **Sistema contra incendio.** Está compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (una eléctrica y una de combustión interna) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersión de los recipientes de almacenamiento de GLP.
- **Transformador eléctrico.** El cual estará protegido con apartarrayos autovalvulares 12 kV.
- **Cuarto eléctrico.** Se dispone de un área donde se encuentra un cuarto con materiales incombustibles, con la finalidad de resguardar los tableros eléctricos de la planta. Los tableros son los equipos de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.
- **Sistema neumático.** Estará conformado por un compresor de aire que suministra aire a para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.
- **Sistema de vaciado de recipientes transportables.** Esta planta cuenta con un sistema de vaciado de recipientes transportables, el cuál consta de un tanque tipo estacionario con capacidad de 1,000 L de agua, ubicado junto al muelle de llenado, cuenta con los aditamentos necesarios para control de vaciado y un tubo de desfogue de 4.50 m de altura, usado para libera la presión existente del tanque e interconectado al compresor para el vaciado del tanque.
  Cuenta además con un múltiple de tres salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente.

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

Tipo de proceso y naturaleza del peligro.

En resumen, las actividades que se llevarán a cabo en la planta de distribución de GLP se limita al ***trasiego y almacenamiento temporal de GLP***, contemplando que el GLP llega a la planta a través de semirremolques. Asimismo, el GLP es la única sustancia peligrosa involucrada.

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 encargó 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 enfocó 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.

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. √

Características del proceso

Complejidad/tamaño:
- Simple √/complejo.
- Pequeño √/grande.

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.

En resumen, debido a la necesidad de cumplimiento con los artículos 28, 30 y 147 de la LGEEPA, a los requisitos de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos respecto a que la metodología a utilizar deberá:

- Identificar las sustancias peligrosas.
- Condiciones y posibles peligros.
- Salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones.
- Evaluar amenazas y/o formas en que los peligros puedan salirse control (posibles escenarios o accidentes).

Considerando además los aspectos que tengan una interacción con la planta como:

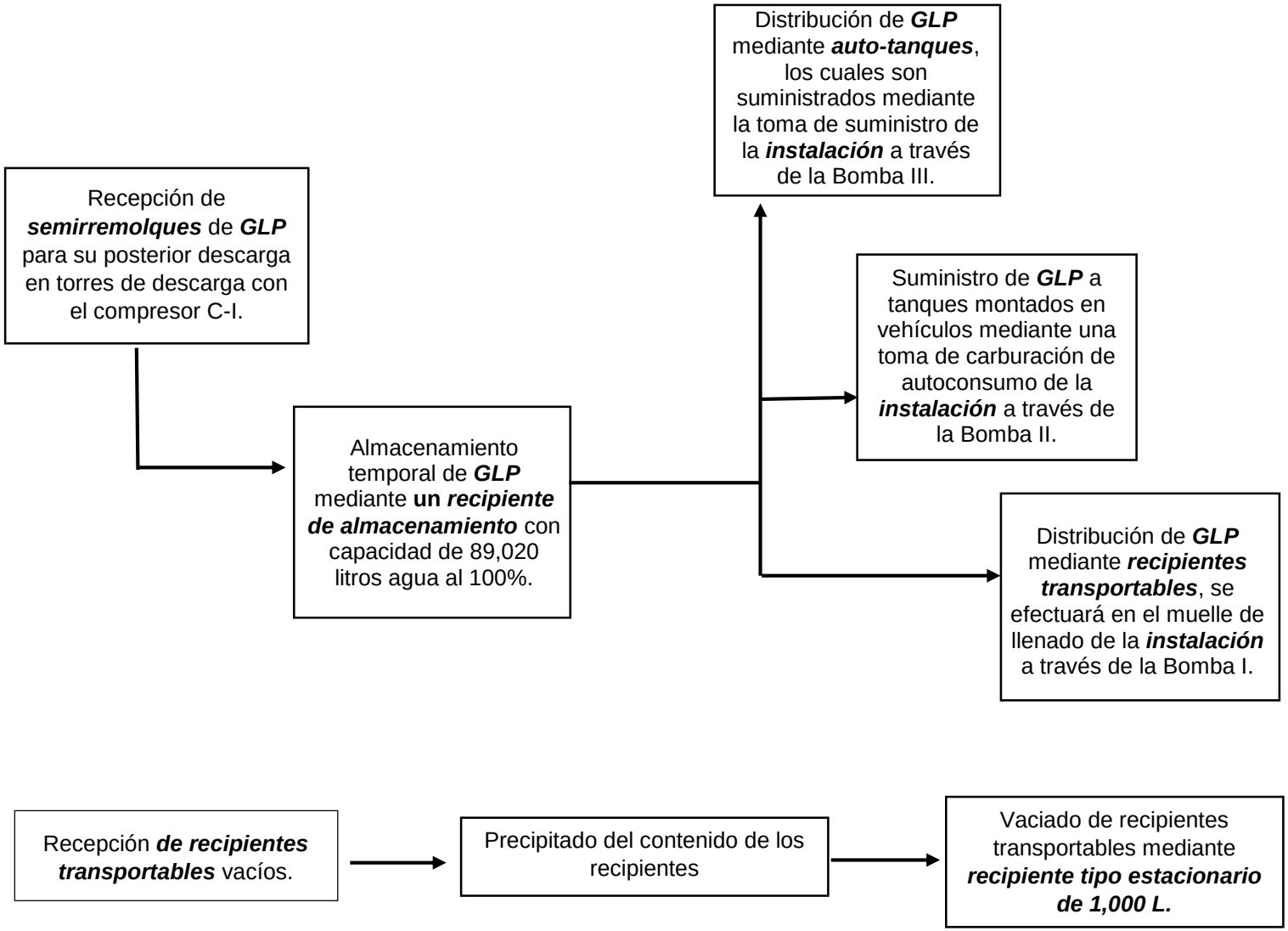
- Aspectos operacionales (actividades rutinarias y no rutinarias).
- Errores humanos.
- Fallas de sistemas.
- Desviaciones a las condiciones normales/máximas/mínimas de diseño.
- Actividades de arranque, paro normal y paro de emergencia.
- Falla o interrupción de servicios.
- Tipos de materiales de construcción.
- Fenómenos de corrosión.
- Fenómenos de tipo geológico.
- Fenómenos de tipo hidrometeorológico.
- Fenómenos sanitarios.
- Fenómenos socio-organizativos.
- Siniestros externos de incidencia directa o indirecta.

Todo lo anterior con la finalidad de determinar si las medidas de protección instaladas son adecuadas para la apropiada administración de riesgos a un nivel tolerable o a un nivel ALARP.

La única sustancia manejada en la Planta es el Gas Licuado de Petróleo, el cual llega a la planta por medio semirremolques para posteriormente será almacenado temporalmente en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal con capacidad de 89,020 al 100 % agua. Las instalaciones se encuentran normadas bajo la NOM-001-SESH-2014 *Plantas de distribución de Gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*; en el punto 4 de la mencionada se encuentran las especificaciones de diseño y construcción, mientras que el punto 5 se especifican las condiciones de seguridad en la operación; siendo estos puntos los mínimos requeridos para el funcionamiento seguro de la planta.

Conforme a todo lo anterior, se concluyó en realizar una ***Lista de Verificación*** tomando como referencia ambos puntos de la NOM-001-SESH-2014 y otros elementos considerados a partir de la experiencia del grupo de trabajo, con la finalidad de identificar los elementos vulnerables en el diseño y/o seguridad y que serán los elementos a priorizar al llevar a cabo la metodología ***Análisis Preliminar de Peligros*** y que tengan posibilidad de devenir en escenarios de peligro de interés y su interacción con otras condiciones ajenas al proceso.

1.4.2.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.



1.4.2.2 LISTA DE VERIFICACIÓN.

Las listas de verificación son un método fácil y rápido de aplicar para la identificación de riesgos ya que determinan el grado de cumplimiento dentro de estándares aplicables al proceso.

Se utiliza un listado de elementos para identificar peligros conocidos, deficiencias de diseño y situaciones potenciales a generar un accidente.

A continuación, se presenta la aplicación de la lista de verificación del cumplimiento de los elementos de diseño y seguridad para una planta de distribución de Gas L.P.

Tabla I.16. Requisitos del predio, delimitación, accesos y estacionamientos de la planta.

Numeral de la NOM		Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.1.1		El predio donde se encuentra la planta de distribución cuenta con un acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.	X			Toda el área de la planta interior de los vehículos, se encuentra pavimentada con asfalto contando con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales.
		No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4000 V ajenas a la planta de distribución que crucen el predio de la misma.	X			No existen líneas eléctricas que crucen el predio.
4.2.1.2	a	El terreno de la planta de distribucción cuenta con las pendientes y los sistemas para desalojo del agua pluvial que evite su inundación.	X			Las áreas para la circulación interior de los vehículos, se tienen pavimentadas a base de concreto armado, y cuentan con las pendientes apropiadas para el desalojo de aguas pluviales. El piso de la zona de almacenamiento es a base de concreto y cuenta con el declive requerido del 1% para evitar el estancamiento de aguas pluviales.
		La zona de circulación y los estacionamientos de los autotanques y vehículos de reparto cuentan como minimo una terminación superficial consolidada.	X			
	b	Las zonas de circulación tienen una amplitud minima de 3.5 m para que el movimiento de vehiculos sea seguro.	X			
4.2.1.3.1		En zonas urbanas, el perímetro de la planta de distribucción está delimitado, en su totalidad por bardas ciegas de tabique, block, concreto o mamposteria, con una altura mínima de 3 m sobre el NPT, excepto en los accesos descritos en el numeral 4.2.1.4			X	El terreno que ocupa la Planta se tiene delimitado por su lindero Norte, Sur, Este y Oeste con barda de block de concreto de 3.00, 4.10 y 4.70 metros de altura. Por el lindero Oeste a 435.73 m aproximadamente, respecto al límite de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra la Carretera León – La Muralla.
4.2.1.3.2		En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sera menor o igual a 100 m, el costado que va a la carretera, está delimitado por una barda ciega de tabique, block, concreto o mamposteria, con una altura minima de 3 m, y los demás costados deben estar delimitados, cuando menos, con malla ciclónica u otro material incombustible con una altura mínima de 1.8 m			X	
4.2.1.3.3.		En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sea mayor a 100 m, el perímetro estará delimitado, como mínimo con malla ciclónica con una altura mínima de 1.8 m.	X			
5.3.2.1		Los accesos a la planta de distribución, la salida de emergencia y en su caso, el acceso de carro-tanques, están libres de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	X			En la intersección de los linderos Norte y Oeste del terreno que ocupa la Planta, cuenta con un acceso que tiene un claro de 10.80 m, el cual se utilizará como entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Así mismo, en la intersección de los linderos Sur y Oeste se cuenta con acceso adicional de 8.00 m de claro, el cual se utilizará como salida de emergencia. Las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.
5.3.2.2		Las puertas de los accesos no presentan daños que impidan su funcionamiento.	X			
4.2.1.4.1.2		El claro mínimo de las puertas para vehículos es de 6 m.	X			

Tabla I.16. Requisitos del predio, delimitación, accesos y estacionamientos de la planta. (Continuación)					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.1.4.1.3	Las puertas de la planta de distribución ubicada en zonas urbanas y no urbanas con distancia menos de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de carretera federal o estatal serán metálicas.			**X**	En la intersección de los linderos Norte y Oeste del terreno que ocupa la Planta, cuenta con un acceso que tiene un claro de 10.80 m, el cual se utiliza como entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Así mismo, en la intersección de los linderos Sur y Oeste se cuenta con acceso adicional de 8.00 m de claro, el cual se utiliza como salida de emergencia. Las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.
4.2.1.4.1.4	La planta de distribución ubicada en zonas no urbanas con distancia mayor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal cuenta con puertas metálicas con altura mínima de 1.8 m pudiendo ser de malla tipo ciclón o similar que impida el paso a personas y vehículos no autorizados.	**X**			
4.2.1.4.1.5	La planta de distribución contará con al menos una salida de emergencia que conduzca a un lugar que facilite el desalojo de vehículos, personas o ambos.	**X**			En la intersección de los linderos Sur y Oeste se cuenta con acceso adicional de 8.00 m de claro, el cual se utiliza como salida de emergencia.
4.2.1.4.2	El acceso para carro-tanques es independiente del acceso para vehículos y personas así como de la salida de emergencia.			**X**	
4.2.1.5	Las edificaciones en el interior de la planta de distribución serán de materiales no combustibles en los acabados y estructuras interiores.	**X**			Los materiales con los que están construidos las edificaciones, son en su totalidad incombustibles, y que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas.
4.2.1.21.2	La planta cuenta con taller para reparación de vehículos, es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa, está exento de la existencia de fosas y de ser necesarios, utilizan rampas para la revisión de los vehículos.	**X**			Se cuenta con un taller de servicio mecánico ubicado por el lindero Este, dicho taller estará habilitado para realizar reparaciones menores y dar servicio de mantenimiento a los vehículos de reparto.
4.2.1.20.5	Los cajones de estacionamiento ubicados en las zonas de recepción y suministro son utilizados como estacionamiento de auto-tanques o semirremolques y estos cajones no están techados.			**X**	

Tabla I.17. Zona de almacenamiento de la planta.					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.1.9.1	Cuenta con escalera o pasarela para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, y existe al menos una escalera fija, individual o colectiva, terminada en pasarela para uno o varios recipientes.	**X**			A un costado del recipiente de almacenamiento de Gas L.P., se cuenta con una escalera con pasarela metálica para tener acceso a la parte superior de los mismo. La escalera es de plano inclinado y cuenta con barandal perimetral para evitar la caída de personas que la utilicen. También se cuenta con una escalera de plano inclinado con barandal al frente del recipiente y cuenta con barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental de medición y control.
4.2.1.9.2	Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, cuenta con al menos una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Si se tienen dos o más recipientes de almacenamiento clocados en batería, la pasarela puede extenderse de forma que permita el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas deben estar construidas de material incombustible.	**X**			
4.2.1.9.3	Las escaleras verticales, cuentan con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen.	**X**			
4.2.1.10	Si las zonas de líquido de dos o más recipientes de almacenamiento se encontrarán interconectadas, estos deberán estar nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado con una tolerancia máxima de ±2% del diámetro del recipiente menor.			**X**	
4.2.1.6	El piso tiene terminación de concreto, adoquín o material similar y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona. No se permite el piso de asfalto.	**X**			El piso del área de almacenamiento es concreto armado y cuenta con las pendientes requeridas para el desalojo de aguas pluviales.
5.3.3.1	Las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento están completas.	**X**			El tanque de almacenamiento se tiene montado sobre bases de concreto armado, de tal forma que puede desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación. Existe entre la placa de apoyo y la base, material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
4.2.1.7.6	Los recipientes de almacenamiento que están colocados sobre bases de sustentación tipo cuna quedan colocados en la parte de la placa de apoyo.	**X**			
4.2.1.8.1	Entre la placa de apoyo y la base de sustentación tiene material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad	**X**	**-**	**-**	
4.2.1.7.2	Las bases de sustentación permiten los movimientos de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.	**X**			
4.2.1.7.3	El recipiente de almacenamiento cuenta con silletas metálicas, éstas están sujetas a la base mediante unión atornillada y los agujeros son ovalados o circulares holgados, o cuenta con la sujeción necesaria que amortigüen los movimientos sísmicos y permita la dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.			**X**	
5.3.3.3	Todos los recipientes de almacenamiento están asentados en las placas de apoyo	**X**			
4.2.2.2.2	Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento tipo intemperie están ubicadas en su parte inferior.	**X**			
4.2.2.2.3.1	El indicador de nivel de líquido es del tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología.	**X**			El tanque de almacenamiento cuenta con un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.

Tabla I.17. Zona de almacenamiento de la planta. (Continuación)					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.2.2.3.2.1	Los manómetros están precedidos de una válvula de aguja.	**X**			El tanque de almacenamiento cuenta con un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
5.4.7	Los manómetros se encuentran sin las siguientes anomalías o defectos, caratula rota, aguja desprendida, caratula ilegible, fuga o no funcionamiento.	**X**			
5.4.1.7.2	Las válvulas de relevo de presión cuentan con placa metálica de identificación que exprese marca, modelo, presión de apertura y capacidad de desfogue.	**X**			
4.2.2.2.3.4.2.3	Las válvulas de alivio cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.	**X**			Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3”) y de 2.00 metros de altura.
4.2.2.2.3.4.2.4	Los tubos son de acero al carbono, de cedula menor a 40, con o sin costura y están colocados directamente a la válvula o mediante un adaptador.	**X**			
4.2.2.2.3.4.2.5	Si la rosca en la válvula de alivio de presión o en el adaptador está colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.	**X**			
4.2.2.2.3.4.2.6	Si la rosca en la válvula de o en el adaptador está colocada en el diámetro exterior, el diámetro interior de la descarga es igual al exterior de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.	**X**			
4.2.2.2.3.4.2.7	Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores	**X**			Los tubos de desfogue si cuentan con capuchón protector.
4.2.2.2.3.4.2.8	Si en la válvula de alivio de presión, en donde se coloca el tubo de descarga, no cuenta de fábrica con un punto de fractura, éste se hizo sobre el propio tubo en una distancia no mayor a 10 cm del borde de la válvula, donde su desprendimiento no obstruye el funcionamiento de la misma.			**X**	
4.2.2.2.3.4.5	Cuenta con válvulas de máximo llenado de acuerdo con las características establecidas en la NOM.	**X**			El tanque cuenta con dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4”) de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
5.4.1.8.1	Las válvulas de máximo llenado, no tienen el orificio de salida obstruido y se pueden abrir y cerrar manualmente.	**X**			
5.4.1.8.2	Si el recipiente de almacenamiento no cuenta con válvulas de máximo llenado, éste no se llena a más del 80% de su volumen nominal en litros agua.	**X**			
5.4.2.1	Los recipientes de almacenamiento cuentan con una con una placa de datos metálica soldada en todo su perímetro al recipiente o cumplen con los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o la que, en su caso la sustituya.	**X**			El tanque de almacenamiento cuenta con su placa de datos, es importante mencionar que el tanque fue fabricado en julio de 2011. Por ello, en julio 2021 la evaluación ultrasónica de espesores de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002 y así obtener su dictamen correspondiente.
4.2.2.2.5.1	Los recipientes de almacenamiento están sin abolladuras o cavidades en las placas o en los cordones de soldadura.	**X**			
4.2.3.9	Los recipientes de almacenamiento están conectados a tierra.	**X**			Se cuenta con una conexión soldada al recipiente para cable a “tierra”.
4.2.2.2.4	Los recipientes de almacenamiento están pintados de color aluminio o blanco y está rotulado con caracteres no menores a 15 cm, indicando, como mínimo el producto contenido, capacidad de agua y número económico. Es opcional el marcado de los recipientes con la razón social o nombre comercial.	**X**			
5.4.2.2	El recubrimiento exterior de los recipientes de almacenamiento no presenta deterioros como abolsamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades.	**X**			

Tabla I.18. Bombas y compresores de la planta.					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.2.3.1.2	Las bombas tienen instalado cople flexible en la línea de succión.	**X**			Las bombas están instaladas con cople flexible en la línea de succión.
5.4.5.2.3	Los compresores están instalados entre coples flexibles	**X**			
5.4.4.1	El dispositivo de acoplamiento entre el motor-bomba o compresor cuenta con una cubierta de protección.	**X**			
5.4.4.2	La base metálica sobre la que están instalados el conjunto bomba-motor o motor-compresor está fija a una base de concreto.	**X**			Las bombas y el compresor, junto con su motor, se encuentran cimentados en base metálica, las que es a su vez se encuentran fijas por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
4.2.3.9	Las bombas están conectadas a tierra.	**X**			
4.2.2.3.2.1	Las bombas cuentan con un filtro en la tubería de succión.	**X**			
4.2.2.3.2.2	Las bombas cuentan con una válvula automática de retorno en la descarga y el producto retorna al recipiente de almacenamiento.	**X**			
5.4.5.1	La válvula automática de retorno en la tubería de descarga funciona correctamente.	**-**	**-**	**-**	Durante la visita no se pudo constatar el correcto funcionamiento de la válvula de retorno.
4.2.2.3.3.1	El compresor cuenta con válvula de alivio de presión.	**X**			
4.2.2.3.3.2	La válvula de alivio de presión cuenta con tubería de desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta de distribución.	**X**			
5.4.5.2.2	La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor está a una altura mínima de 2.5 m sobre el NPT de manera que no afecte al compresor.	**X**			
	Si cuenta con cobertizo, la descarga debe ser al exterior y el desfogue de la purga no está dirigido a ningún recipiente de almacenamiento.		**X**		
5.4.10.1	Los acopladores de las mangueras que están en servicio están protegidos.	**X**			
5.4.10.2	Las mangueras no presentan grietas o daños que dejan al descubierto su malla interna.	**X**			
5.10.3	Las mangueras para GLP tienen antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.	**X**			
5.4.6.4	Si los conectores flexibles son a base de manguera para GLP presentan una antigüedad menor a siete años a partir de su fecha de fabricación.			**X**	
4.2.3.9	Los compresores están conectados a tierra.	**X**			El compresor se encuentra conectado a tierra.

Tabla I.19. Tomas de recepción, suministro y carburación.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.9.1.1	Los soportes de las tomas de recepción, suministro y carburación están fijos y anclados al piso.	X			
4.2.2.9.1.3	Las tomas de recepción, suministro y carburación, cuentan con separador mecánico o punto de fractura.	X			Las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, cuentan con separador mecánico (pull-away)
4.2.2.9.1.3.1.4	Si cuentan con puntos de fractura la descarga de GLP está dirigida hacia arriba.	X			
4.2.2.9.1.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con una válvula de cierre manual que preceda a la boca en donde se conecta la manguera.	X			Se cuenta con válvulas de cierre rápido o válvulas de globo.
4.2.2.9.1.7	La conexión en las tomas de recepción, suministro y carburación está proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.	X			
4.2.3.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con conexión a tierra mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar vehículos que se carguen o descarguen.	X			
4.2.2.9.1.8.3	La manguera que permanentemente esté conectada a cualquier toma cuenta en su extremo libre con una válvula de operación manual; si es cierre rápido, cuenta con seguro.	X			
4.2.2.9.2.1.1.1	En la toma de recepción en la tubería de líquido, ésta cuenta con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca toma	X			Se cuenta con un indicador de flujo con función de no retroceso.
5.4.3.1	El indicador de flujo tipo mirilla y se utiliza como no retroceso cuenta con la compuerta de cierre, los cristales limpios y no tiene grietas.			X	
4.2.2.9.3.1	Las tomas de suministro en la boca toma de líquido como en la de vapor, cuentan con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna equipada con actuador de tipo neumático, eléctrico o mecánico.	X			
4.2.2.9.3.2	La toma de suministro cuenta con medidor volumétrico y válvula diferencial de eliminación de vapores en la de líquido.			X	
4.2.2.9.2.1.1.2	En la toma de recepción en la tubería de vapor, esta cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre de manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.	X			
4.2.2.9.4	En la toma de carburación de autoconsumo, la manguera es de un diámetro nominal de 2.54 cm (1”) tiene longitud no mayor a 8 m y en su extremo libre cuenta con una válvula de cierre rápido con seguro.	X			
4.2.2.9.4.3	La toma de carburación de autoconsumo cuenta con un medidor volumétrico que tiene una válvula de presión diferencial.		X		

Tabla I.20. Muelle de llenado, área de carga y descarga de recipientes transportables de la planta.					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.1.15.1	La planta de distribución cuenta con muelle de llenado.	**X**			
4.2.1.15.3	El muelle de llenado cuenta con plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.	**X**			El muelle de llenado de recipientes transportables, esta construido en su totalidad con materiales incombustibles, siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica; su piso es de concreto armado con terminación perimetral frontal de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la generación de chispas causadas por los vehículos que tienen accesos al mismo.
5.3.5	En el piso de la plataforma del muelle de llenado no existen irregularidades con profundidad o altura mayor a 5 cm en un área no mayor de 0.62 m^2 en un metro cuadrado.	**X**			
4.2.1.15.4	El muelle de llenado de recipientes transportables cuenta con techo de material incombustible que cubra toda su área.	**X**			
4.2.1.15.5, 4.2.1.16.6	Cuenta con mamparas de material incombustible, las cuales tienen ventilas en la parte inferior con un área no menor de 0.8 m^2 por metro lineal del muro o mampara y las ventilas inician en el NPT de la plataforma.			**X**	
4.2.2.6.1	La tubería que forma el múltiple de llenado está soportada firmemente.	**X**			
4.2.2.6.2	El múltiple de llenado cuenta con manómetro y con una válvula de operación manual a la entrada.	**X**			
4.2.3.9	El múltiple de llenado está conectado a tierra	**X**			
4.2.2.6.3.1	Cada llenadera cuenta con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera y está provista con una válvula de cierre rápido, punta tipo POL o pistola de llenado.	**X**			Se cuenta con tres salidas de 13 mm (1/2”), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.
4.2.2.6.3.2	La punta POL o la pistola de llenado son de material ferroso, ésta no llega al piso.	**X**			
4.2.2.6.3.3	Cada llenadera cuenta con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.	**X**			
5.4.8	El dispositivo automático que controla el llenado funciona correctamente y no presenta fugas.	**X**			

Tabla I.20. Muelle de llenado, área de carga y descarga de recipientes transportables de la planta. (Continuación)					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.2.7.1	Las básculas de llenado tienen una resolución de 100 g o menor.	**X**			Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas tres básculas del tipo de plataforma con capacidad de 300 kg cada una, con una resolución de 50 gr.
4.2.2.7.2	Cuenta con una báscula de repeso por cada 14 llenaderas o fracción, la báscula es de indicación automática y una resolución de 100 g o menor.	**X**			Se cuenta en el muelle de llenado con una báscula adicional del tipo de plataforma con caratula digital de lectura automática, para repeso de recipientes transportables, conectada a “tierra”, tiene una capacidad de 300 kg con una resolución de 50 gr.
4.2.2.7.3	Las básculas de llenado y de repeso están conectadas a tierra.	**X**			
4.2.1.16.1	La planta cuenta con un área de carga y descarga de recipientes transportables.	**X**			
4.2.1.16.2	En el área de carga y descarga de recipientes transportables cuenta con plataforma, rellena y piso revestido de concreto.	**X**			En el muelle de llenado, por el lindero Suroeste se ubica el área destinada para la operación de carga y descarga de los recipientes transportables a los vehículos de reparto.
5.3.6	En el piso de la plataforma del área de carga y descarga de recipientes transportables no existen irregularidades con profundidad o altura mayor a 5 cm en un área no mayor de 0.62 m^2 en un metro cuadrado.	**X**			
4.2.1.16.5	El área de carga y descarga de recipientes transportables cuenta con techo de material incombustible y tiene una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma.	**X**			
4.2.1.16.3	Los bordes del área de carga y descarga de la plataforma están protegidos con materiales sintéticos ahulados o madera y los medios para fijar la protección, tales como tornillos, flejes, abrazaderas, etc., los cuales no sobresalen del material de protección	**X**			
4.2.1.16.4	El piso del área de carga y descarga presenta un desnivel de ± 20 cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, se utilizan medios que igualen los niveles y permiten el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.	**X**			

Tabla I.21. Tuberías, sistema eléctrico, válvulas y medios de protección de la planta.					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.2.5.6.1	Las tuberías están pintadas con los colores indicados en la NOM.	**X**			Todas las tuberías están pintadas con los colores distintivos reglamentarios como son y un primario anticorrosivo: de BLANCO las conductoras de gas-líquido, BLANCO con franjas VERDES las que retornan gas-liquido al tanque de almacenamiento, AMARILLO las que conducen gas-vapor, NEGRO los ductos eléctricos, ROJO las que conducen agua y AZUL las de aire.
4.2.2.5.7.7.1	En los tramos de tubería o tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se cuenta con una válvula de relevo hidrostático.	**X**			En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro.
4.2.1.14.1	Las cubiertas de las trincheras son removibles.	**X**			
4.2.1.14.2	La trinchera cuenta con medios para el desalojo de las aguas pluviales.	**X**			
4.2.1.14.3	Si cuenta con trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida de la planta de distribución, así como en las zonas de circulación de auto-tanques, semirremolques y vehículos de reparto, las cubiertas de las trincheras están diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm^2.	**X**			
4.2.2.5.3.2.1	Las tuberías en trincheras, tienen un claro mínimo de 5 cm entre el paño superior de la tubería y la parte baja de la cubierta de la trinchera.	**X**			
4.2.2.5.3.1.2	La tubería en trinchera que conduce Gas L.P., tiene un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT o fondo de la trinchera de 10 cm, asimismo y, tiene un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.	**X**			
4.2.2.5.3.1.3	Las tuberías que conducen Gas L.P., están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal sea menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.			**X**	
4.2.1.14.2	Las trincheras cuentan con medios para el desalojo de las aguas pluviales.	**X**			
4.2.2.5.3.1.1	Las tuberías se encuentran sobre soportes para evitar su flexión y están sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.	**X**			
4.2.2.5.3.3.1, 4.2.2.5.3.3.2	Si la planta cuenta con tuberías subterráneas cumplen con las características establecidas en la NOM.			**X**	
4.2.3.1	Cuenta con dictamen vigente de unidad de verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o la que, en su caso, la sustituya.	**X**			Se cuenta con el dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2020-UVSEIE 552-A/000176, emitido por la Unidad de Verificación de Instaaciones Eléctricas UVSEIE 552-A, Ing. Jaime Ledesma Zavala. Fechado el 26 de junio de 2020.
5.4.1.3	Las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y alivio de presión tienen una antigüedad menor de 11 años, contados a partir de su fecha de fabricación.	**X**			
5.4.1.6	Si los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas internas se revisa que el accionamiento remoto y el actuador de las válvulas funcionen.	-	-	-	
4.2.1.11 (a al f) 4.2.1.11.1.1	Las bases de sustentación, recipientes de almacenamientos, compresores, bombas, soportes de toma de recepción, soportes de toma de suministro y soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso al dique del cubeto de retención, se encuentran protegidos con cualquiera de los medios detallados en la NOM y la ubicación de estos medios están de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	**X**			
4.2.1.13	Los topes y protecciones están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.	**X**			

Tabla I.22. Sistema de contra incendio y extintores					
Numeral de la NOM	**Especificación de la NOM-001-SESH-2014**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
4.2.4.1.1	La planta de distribución cuenta con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre todos los recipientes de almacenamiento y un sistema de hidrantes y/o monitores.	**X**			
4.2.4.2.1.2	La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua está de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 min y calculado de acuerdo con la NOM.	**X**			La cisterna de seguridad cuenta con una capacidad de almacenamiento100,000 litros.
4.2.4.2.1.3	El agua de almacenamiento presenta cuando menos el 95 % de la capacidad mínima calculada de la cisterna o tanque.	**X**			
5.5	La cisterna o tanque de almacenamiento de agua contiene, cuando menos, el 70 % de su capacidad.	**X**			
4.2.4.2.2.1	El equipo de bombeo contra incendio está compuesto por una bomba principal y como mínimo por una de respaldo.	**X**			Por el lindero Norte de la Planta se encuentra el cuarto de E.C.I., donde se ubican las bombas una de motor eléctrico de 60 H.P. y otra con motor de combustión interna de 86 H.P.
4.2.4.2.2.2	Cuenta con alguna de las combinaciones descritas en la NOM.	**X**			
5.5.1	El sistema contra incendio alcanza las condiciones de máximo funcionamiento de acuerdo a su diseño a no más de 90 s.				
4.2.4.2.3, 4.2.4.2.4.1.1	El gasto mínimo abastecido por el equipo de bombeo y la presión de bombeo cumple con lo señalado en la NOM.	**X**			
4.2.4.2.4.2.1	El sistema de enfriamiento por aspersión de agua para los recipientes de almacenamiento está diseñado de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	**X**			El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm².
4.2.4.2.6.1.1	El agua descargada por los aspersores rocía directamente cuando menos el 90 % de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.	**X**			
4.2.4.2.6.1.4	Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión del tipo cono lleno.	**X**			
5.5.3.1	Los aspersores están completos y libres de obstrucciones.	**X**			
4.2.4.2.6.2.3	Si la operación de las válvulas se hace en forma manual, las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua están colocadas fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables.	**X**			
4.2.4.2.6.2.4	A excepción de lo indicado en el numeral 4.2.4.2.6.2.5 debe contar con una válvula de bloqueo en cada línea de abastecimiento de agua de enfriamiento por aspersión de agua para cada uno de los recipientes de almacenamiento.	**X**			

Tabla I.22. Sistema de contra incendio y extintores (Continuación)

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.4.2.6.2.5	Cuenta con sistema de enfriamiento por aspersión, calculado para proteger dos o más recipientes de almacenamiento simultáneamente.			**X**	
	Cuenta con una válvula de bloqueo para cada grupo de recipientes.			**X**	
4.2.4.2.5.1	Los hidrantes cuentan con una manguera de longitud máxima de 30 m diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5”) y están equipadas con boquilla reguladora que permita surtir neblina.	**X**			
4.2.4.2.5.2	Si cuenta con monitores estacionarios éstos son del tipo corazón o similar de una o dos cremalleras.			**X**	
4.2.2.2.5.3	Los hidrantes cubren el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.	**X**			Se cuenta con cuatro hidrantes los cuales cubren al 100% las áreas de trasiego de GLP.
4.2.4.2.7.1	Cuenta con toma siamesa en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.	**X**			
4.2.4.2.8, 4.2.4.2.8.1, 4.2.4.2.8.2, 4.2.4.2.8.3	Comparte el sistema contra incendio con otra planta de distribución y está diseñada de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.			**X**	
	La planta cuenta con extintores del tipo carretilla con capacidad cuando menos de 50 kg y con extintores portátiles de cuando menos 9 kg de polvo químico seco, los cuales están colocados de acuerdo a la tabla indicada en la NOM.	**X**			La planta de distribución cuenta con extintores de de polvo químico seco (P.Q.S.) del tipo ABC de 9 kg, dos extintores de CO_2 de 9 kg y un extintor de carretilla de 60 kg.
4.2.4.3.2.1 5.5.4.1.1	Los extintores están colocados a una altura máxima de 1.5 m y mínima de 1.2 m medida del piso a la parte más alta del extintor.	**X**			Están colocados a una altura máxima de 1.50 m máxima y mínima de 1.20 m medidas del piso a la parte más alta del extintor
4.2.4.3.2.2 5.5.4.1.2	Los extintores están sujetos de tal forma que se pueden descolgarse fácilmente para su uso, en caso de que se encuentren a la intemperie se encuentran protegidos del sol y de la lluvia.	**X**			
4.2.4.3.2.3 5.5.4.1.3	Los extintores tienen señalamientos donde se encuentran colocados.	**X**			
5.5.4.1.4	Los extintores se encuentran vigentes en su recarga, la manguera no está agrietada, si tiene carátula de indicación de presión, la aguja indica que se encuentra en condiciones de operación.	**X**			
4.2.4.4.1	La planta cuenta con al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio, los cuales se encuentran en un gabinete e identificado con su rótulo.	**X**			
4.2.4.4.2	El equipo de protección personal para el combate de incendio tiene casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero confeccionados a base de Normex, Kevlar o materiales equivalentes.	**X**			Se cuenta con un gabinete debidamente señalizado, que contiene el equipo de protección personal para dos personas. Que consiste en: casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

Tabla I.23. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014				
4.2.4.3.1.1	Distribución de extintores:				
	Ubicación	**Cantidad**	**Cumple**	**No cumple**	**No aplica**
	Tomas de recepción	1 por cada toma	X		
	Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	X		
	Tomas de suministro	1 por cada toma	X		
	Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas	X		
	Fuente de calor del sistema de sellado	1			X
	Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	X		
	Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo	X		
	Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	X		
	Generador de energía eléctrica	1			X
	Talleres	1 por taller	X		
	Almacenes	1 por almacén	X		
	Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	X		
	Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción			X
	Sistema de vaciado de Gas L.P.	1	X		
	Patín de recepción	1			X
	Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada			X
	Caseta de vigilancia	1	X		
	Los extintores destinados a la protección de los tableros eléctricos que controlan los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P., y de agua contra incendio son de CO_2, de cuando menos 4.5 kg de capacidad y se cuenta con un extintor por cada tablero eléctrico.		X		
4.2.4.5.1.1	La planta cuenta con sistema alarma sonora, activado manualmente para alertar al personal en caso de emergencia.		X		
4.2.4.5.2	La planta cuenta con un sistema de paro de emergencia y está diseñado de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.		X		

Tabla I.24. Rótulos de seguridad de la planta.

Sin perjuicio de los requisitos de señalización establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008 o la que en su caso la sustituya, en el recinto de la planta de distribución de cuenta con letreros o pictogramas visibles, como se indica en la tabla indicada en la NOM.

	Leyenda del rótulo o pictograma	Lugar	Cumple	No cumple	No aplica
4.4.1 4.4.2	Alarma contra incendio	Interruptor de alarma	**X**		
	Prohibido estacionarse	Cuando aplique en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.	**X**		
	Prohibido fumar	Zona de almacenamiento y trasiego y en su caso en el patín de trasiego.	**X**		
	Uso obligatorio de calzado de seguridad	Muelle de llenado	**X**		
	Uso obligatorio de guantes	Muelle de llenado para recipientes transportables y zonas de trasiego.	**X**		
	Hidrantes	Junto al hidrante	**X**		
	Extintores	Junto al extintor	**X**		
	Peligro Gas inflamable	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, uno por cada lado de la zona de almacenamiento y trasiego y en su caso el patín de recepción.	**X**		
	Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizados	Acceso a la planta, zonas de almacenamiento y trasiego y en su caso patín de trasiego.	**X**		
	Se prohíbe encender fuego	Zona de almacenamiento, trasiego y estacionamientos para vehículos de la empresa y en su caso en el patín de trasiego.	**X**		
	Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación.	**X**		
	Código de colores de las tuberías	Como mínimo a la entrada de la planta de distribución y zonas de almacenamiento.	**X**		
	Salida de emergencia	En el interior y exterior de las puertas.	**X**		
	Prohibido efectuar reparaciones a vehículos en esta zona	Zonas de trasiego, almacenamiento, y de circulación.	**X**		
	Ruta de evacuación	Varios (verde con flechas y letras blancas)	**X**		
	Velocidad máxima 10 KP/H	A la entrada de la planta de distribución y zonas de circulación	**X**		
	Punto de arranque del sistema de contra incendio	De acuerdo al proyecto contra incendio	**X**		
	Válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua	Junto a la válvula	**X**		
	Gabinete de equipo de bombero	Junto al gabinete	**X**		
	Botón de paro de emergencia pulse para operar	Junto a la válvula de paro de emergencia	**X**		

Tabla I.25. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.1.2	Cuenta con copia simple de:				
	Título de permiso.	X			Título de permiso No. LP/14876/DIST/PLA/2016 (Antes PAD-GTO-12100395).
	Aviso de inicio de operaciones.	X			Inicio de actividades de la planta, oficio 513-DOS/PER-III-0183/12 otorgado por la Secretaria de Energía, el 17 de mayo de 2012
	Cesión de derechos.	X			Resolución Núm. RES/1746/2019, emitido por la Comisión Reguladora de Energía que aprueba a ABASTECEDORA ECOGAS, S.A. DE C.V., la modificación del Permiso Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016, por cesión a favor de SONIGAS, S.A. DE C.V.
	Cambio de razón social.	X			
	Historial documental de cuando menos los últimos cinco años.				
	Los planos y memorias técnico descriptivas actualizados.	X			
	Autorización de la DGGLP para realizar modificaciones al diseño básico de la planta.			X	
	Certificado de fabricación del recipiente de almacenamiento o dictamen de evaluación conforme a la NOM-013-SEDG-2002.	X			El tanque de almacenamiento fue fabricado en julio de 2011, por ello, en julio de 2021 Sonigas, S.A. de C.V. deberá obtener el dictamen de evaluación conforme a lo establecido en dicha norma.
	Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.	X			Dictamen técnico No. 013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020 de conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, No. De Registro UVSELP 036-C. Fechado el 20 de noviembre de 2020.
	Originales de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego, con una fecha máxima de emisión de dos años anteriores.			X	
	Original del manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio.			X	
	Original de bitácora de los trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación, actualizada y avalada por lo menos cada 6 meses por una UV y firmada por el responsable cada 8 días naturales.			X	
5.1.2	Originales de los programas: mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas de seguridad.			X	
5.2	El personal operativo utiliza su propio equipo de seguridad personal dentro de las áreas de almacenamiento y trasiego de la planta.			X	
5.3.1.1	Las zonas de circulación de vehículos, zona de almacenamiento y zonas de trasiego se mantienen libres de desperdicios y materiales combustibles.	X			

Tabla I.25. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014 (Continuación)					
Numeral de la NOM	**Buenas prácticas de ingeniería en las plantas de distribución de GLP.**	**Sí**	**No**	**No aplica**	**Más información**
NA	Para el diseño se consideraron los asentamientos humanos cercanos con cualquier instalación o edificación que pudiera ocasionar una contingencia y daños a la población.	**X**			Dentro de un radio de 100 m medidos a partir de las tangentes del tanque no se cuenta con asentamientos humanos
NA	Dentro del diseño de la instalación se considera que los tanques horizontales deben instalarse de tal forma que sus ejes longitudinales no estén orientados hacia otras instalaciones tales como recipientes a presión, equipo de proceso, cuartos de control, instalaciones de carga o descarga, instalaciones de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.	**X**			A los alrededores de lo que será la planta de distribución no se llevan a cabo actividades de ese índole.
NA	Dentro del diseño se considera un sistema de alarma redundante para alto nivel que debe configurarse para dar al operador tiempo suficiente de detener el flujo antes que se exceda la altura máxima de llenado.		**X**		El tanque cuenta con un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.
NA	Se consideran medidores de líquidos para medir el volumen de GLP que se está transfiriendo de un contenedor a otro o que se esté transfiriendo hacia o desde una línea de tuberías.	**X**			
NA	Se considera protección ignífuga en las bases de los recipientes de almacenamiento.		**X**		No se cuenta con esta información, pues se ha contemplado la información y datos que dan cumplimiento a la NOM-001-SESH-2014
NA	Se consideran proveer de iluminación de emergencia, con luces fijas accionadas por medio de baterías la caseta donde se resguarden los equipos contra incendio.		**X**		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos.		**X**		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de atmósferas explosivas para activar automáticamente los sistemas de aislamiento o protección contra incendios.		**X**		
NA	Se considera la colocación de un material de protección contra incendios a los recipientes de almacenamiento.		**X**		
NA	Se ha contemplado un punto de reunión fuera de la planta donde en caso de evacuación el personal sea enviado a un lugar donde se mantengan seguros.		**X**		
NA	Se tendrán restringidas las actividades de soldadura dentro de la planta de distribución.	**X**			
NA	Se tiene contemplado el sellado del piso de concreto para evitar infiltraciones de derrames al suelo natural.		**X**		
NA	Se considera la instalación de un sistema que mantenga la presión del sistema contra incendio.		**X**		

1.4.2.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE PELIGRO Y PELIGROS POTENCIALES.

Factores de peligro.

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

Las características propias de la instalación, así como por las operaciones que se desarrollarán en la Planta de Distribución de GLP – propiedad de **Sonigas*, 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:

Características físico – químicas del GLP.

Propiedades químicas.

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

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

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

En condiciones ideales de homogeneidad (zonas **A** y **B**), las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



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

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

- **Propiedades físicas.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de GLP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el

oxígeno disponible; éste (el GLP) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

- **Cantidad de GLP almacenada.**

Se ha definido que el GLP es la única sustancia que será empleada en el proceso operativo en la ***Planta de Distribución de GLP,*** propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. Esté combustible será almacenado en un tanque de 89,020 litros al 100 % de capacidad, instalado en la planta de distribución.

Sin embargo, por buenas prácticas, así como por seguridad, sólo se almacenará el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento, es decir que el tanque se encontrará a un volumen máximo de 71,216 litros.

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

- **Condiciones de operación.**

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

- Altas temperaturas.
- Bajas o altas presiones.
- Fugas (presencia de sustancias inflamables y/o tóxicas en el ambiente).
- Deficiencias en el diseño, construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones.

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

Tabla I.26 Condiciones de operación

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

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que será 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.

⇨ **Características de equipos e instalaciones, así como su mantenimiento.**

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

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

Vaciado de recipientes transportables

- Recipiente (uno)

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

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

⇨ **Otras condiciones.**

Existe una diversidad de factores que pueden hacer que los riesgos de una instalación sean mayores o menores, o de lo contrario potencializar sus posibles efectos. Entre estos factores se encuentran los sistemas y equipos de seguridad empleados, las características del entorno (medio físico, natural y social) y la capacidad de respuesta del personal que labora en la planta, la cual no sólo está en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciban a través del entrenamiento y/o los simulacros.

Reconocimiento y valoración de los daños probables por fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico, químico tecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativos.

Con base en información extraída de las siguientes fuentes: base nacional de datos en línea denominada “Atlas Nacional de Riesgos”, editado por el Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad del CENAPRED; Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, publicado por el CENAPRED en conjunto con el Sistema Nacional de Protección Civil y la Secretaría de Gobernación; se ha elaborado una tabla donde se presenta el tipo de riesgos a los que se encuentra sometida el área geográfica donde se ubica la Planta de Distribución de Gas L.P.

Riesgos de origen geológico.					
Tipo de riesgo	Terremotos/sismos	**No**		**Si**	X

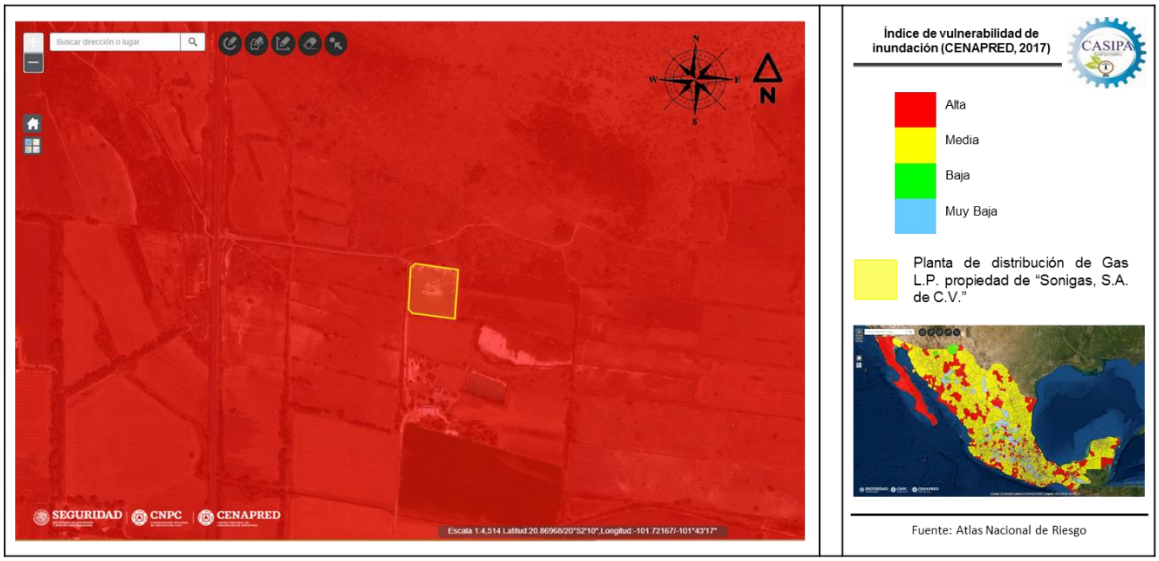
La Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza dentro de la zona B - Medio de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), en la cual los niveles de sismicidad y aceleración están acotados por los valores de las zonas A y D, los temblores grandes son poco frecuentes y se estima que las aceleraciones se mantienen por debajo del 70% del valor de la gravedad (CENAPRED, 2014).

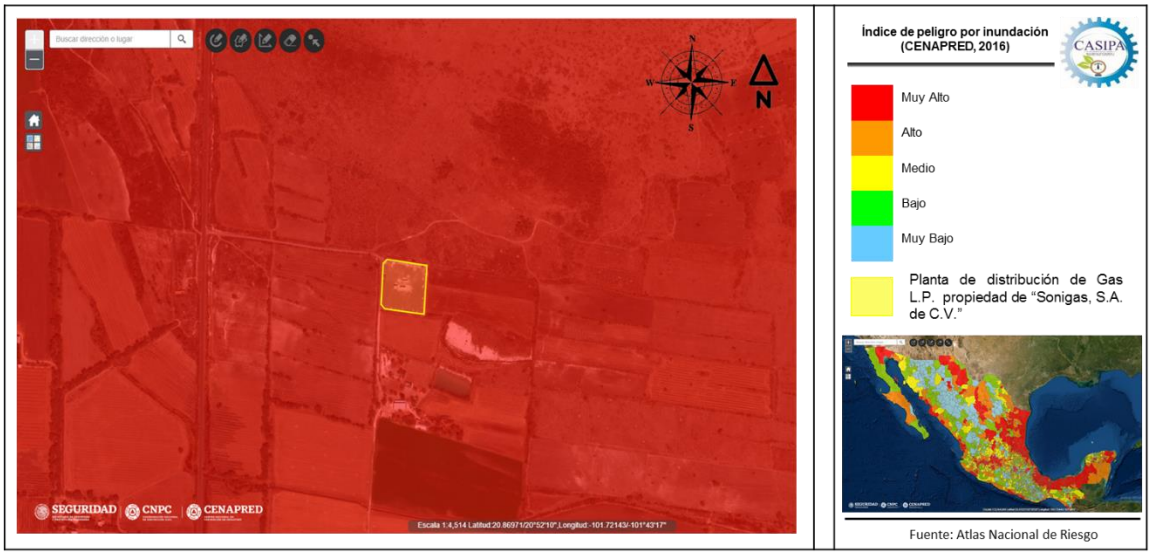


Tipo de riesgo	Fallas, fracturas	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Riesgo por actividad volcánica	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Hundimientos	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Deslizamiento de laderas	**No**	X	**Si**	

Riesgos de origen hidrometeorologico					
Tipo de riesgo	Inundación	**No**		**Si**	X

De acuerdo a lo reportado en el Atlas de Riesgos Nacional de Riesgos se presenta un índice de vulnerabilidad “Alto” y peligro “Muy Alto” por inundación.

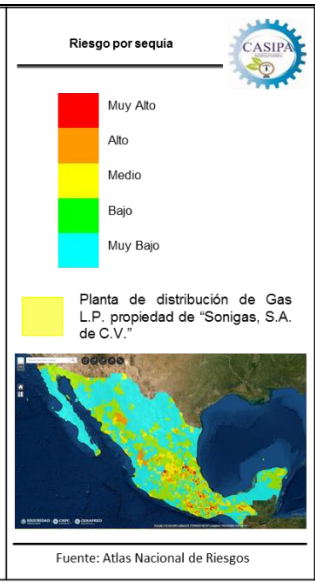




Tipo de riesgo	Huracanes	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Sequías	**No**		**Si**	X

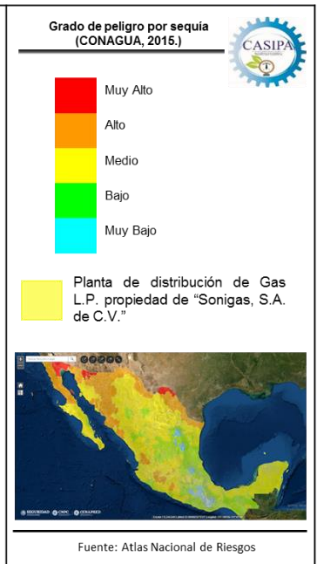
La sequía es un fenómeno natural de gran alcance tanto temporal como espacial. La Planta se encuentran en una zona de riesgo “Medio”, grado de peligro “Medio” y grado de vulnerabilidad “Alto”.





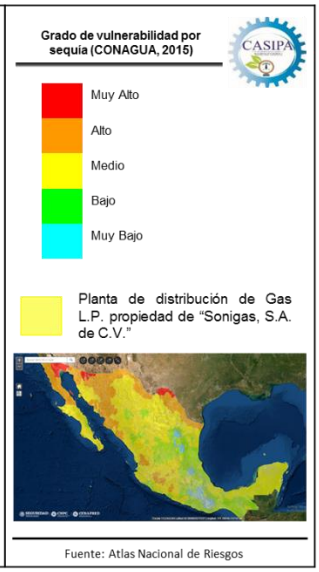
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos





Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

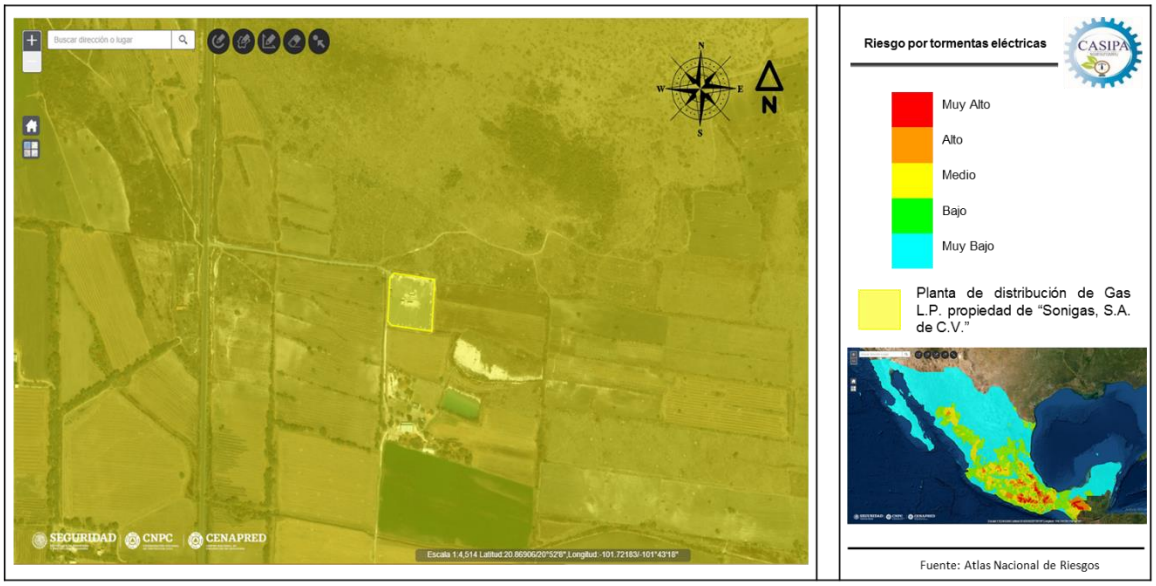




Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

Tipo de riesgo	Ciclones tropicales	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Tormentas eléctricas	**No**	X	**Si**	

La Planta se encuentran en una zona de riesgo “Medio” por tormentas eléctricas.



Tipo de riesgo	Ondas cálidas	**No**		**Si**	X

La Planta se encuentran en una zona catalogada con una vulnerabilidad “Baja”, riesgo “Bajo” y un peligro “Medio” por ondas cálidas.





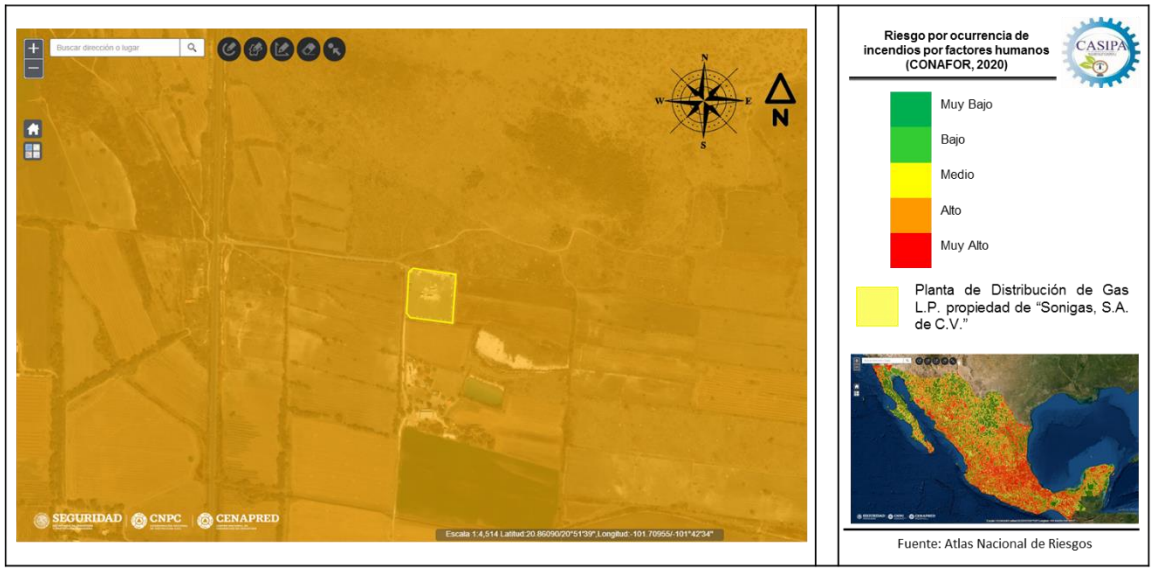


Tipo de riesgo	Bajas temperatura	**No**		**Si**	X
La zona donde se encuentra la planta, está cataloga con un riesgo "Medio" por bajas temperaturas					



Riesgos de origen químico - tecnológico					
Tipo de riesgo	Incendios forestales	**No**		**Si**	X

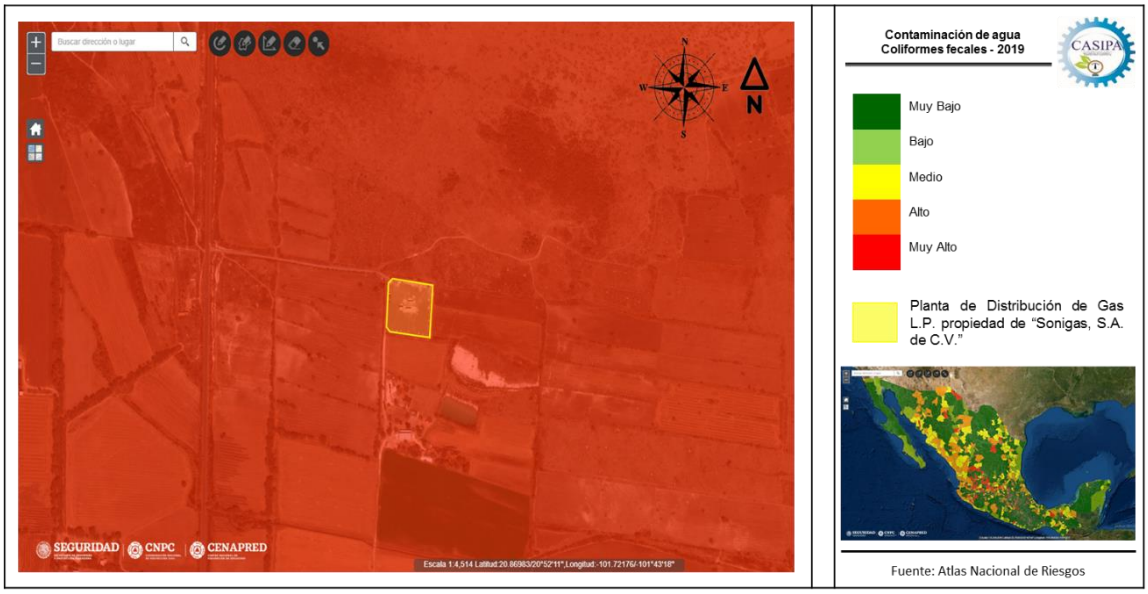
En la zona donde se encuentra la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se cataloga con un riesgo de ocurrencia de incendios por factores humanos "Alto" y un peligro por incendios forestales "Medio"





Tipo de riesgo	Peligro por sustancias inflamables	**No**	X	**Si**	
De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias inflamables, no han ocurrido eventos.					
Tipo de riesgo	Peligro por sustancias tóxicas	**No**	X	**Si**	
De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias tóxicas, no se han reportado incidentes.					

Riesgos de origen sanitario - ecológico					
Tipo de riesgo	Contaminación del agua	**No**		**Si**	X
En la zona donde se encuentra las instalaciones, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se presenta contaminación por coliformes fecales "Muy Alto".					



Tipo de riesgo	Contaminación del suelo	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Epidemias	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	COVID 19	**No**		**Si**	X
El 31 de diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recibió reportes de presencia de neumonía, de origen desconocido, en la ciudad de Wuhan, en China. Rápidamente,					

a principios de enero, las autoridades de este país identificaron la causa como una nueva cepa de coronavirus. La enfermedad ha ido expandiéndose hacia otros continentes como Asia, Europa y América. El brote de coronavirus ha sido ampliamente reportado en los noticieros del mundo y la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo ha declarado oficialmente como una pandemia, desde el pasado 11 de marzo.

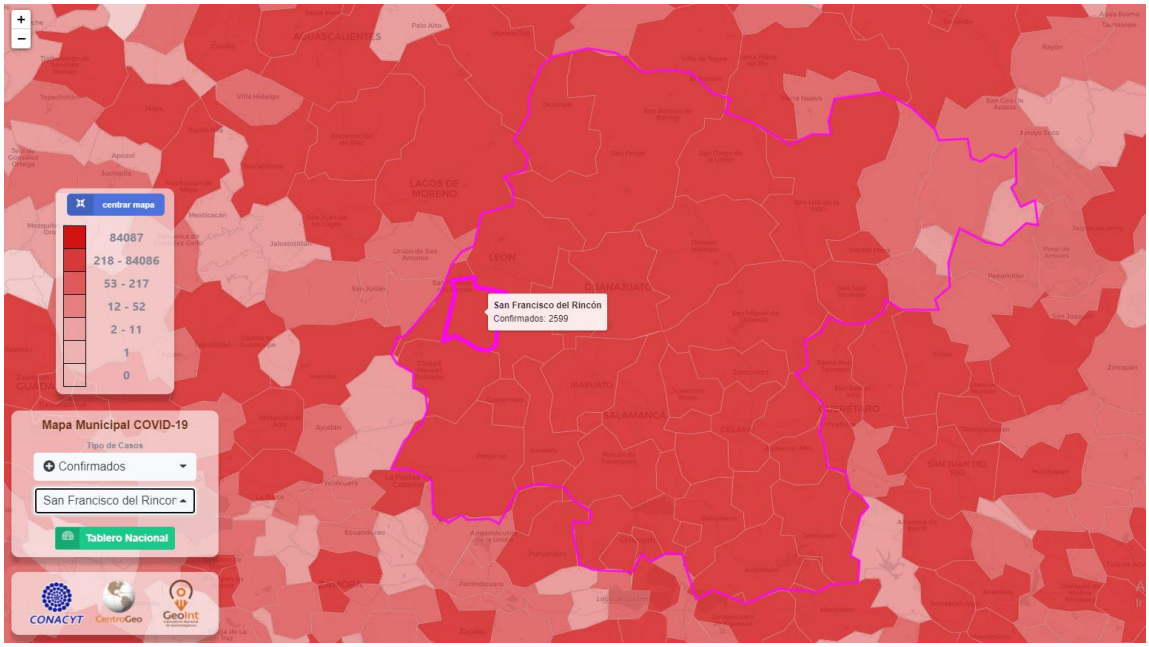
Esto significa que la enfermedad se está extendiendo en varios países de todo el mundo, al mismo tiempo afectando a cientos de miles de personas en todos los continentes, causando un número de muertes que, a la fecha, sigue en ascenso. Por lo que las autoridades sanitarias han establecido un sistema de monitoreo para la regulación del uso del espacio público de acuerdo con el riesgo de contagio de COVID-19 para frenar su expansión y efectos en la población denominado **semáforo de riesgo epidemiológico** para transitar hacia una nueva normalidad.

Rojo/Máximo: Se permitirán únicamente las actividades económicas esenciales, asimismo se permitirá también que las personas puedan salir a caminar alrededor de sus domicilios durante el día.
Naranja/Alto: Además de las actividades económicas esenciales, se permitirá que las empresas de las actividades económicas no esenciales trabajen con el 30% del personal para su funcionamiento, siempre tomando en cuenta las medidas de cuidado máximo para las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19, se abrirán los espacios públicos abiertos con un aforo (cantidad de personas) reducido.
Amarillo/Medio: Todas las actividades laborales están permitidas, cuidando a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19. El espacio público abierto se abre de forma regular, y los espacios públicos cerrados se pueden abrir con aforo reducido. Como en otros colores del semáforo, estas actividades deben realizarse con medidas básicas de prevención y máximo cuidado a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19.
Verde/Bajo: Se permiten todas las actividades, incluidas las escolares.

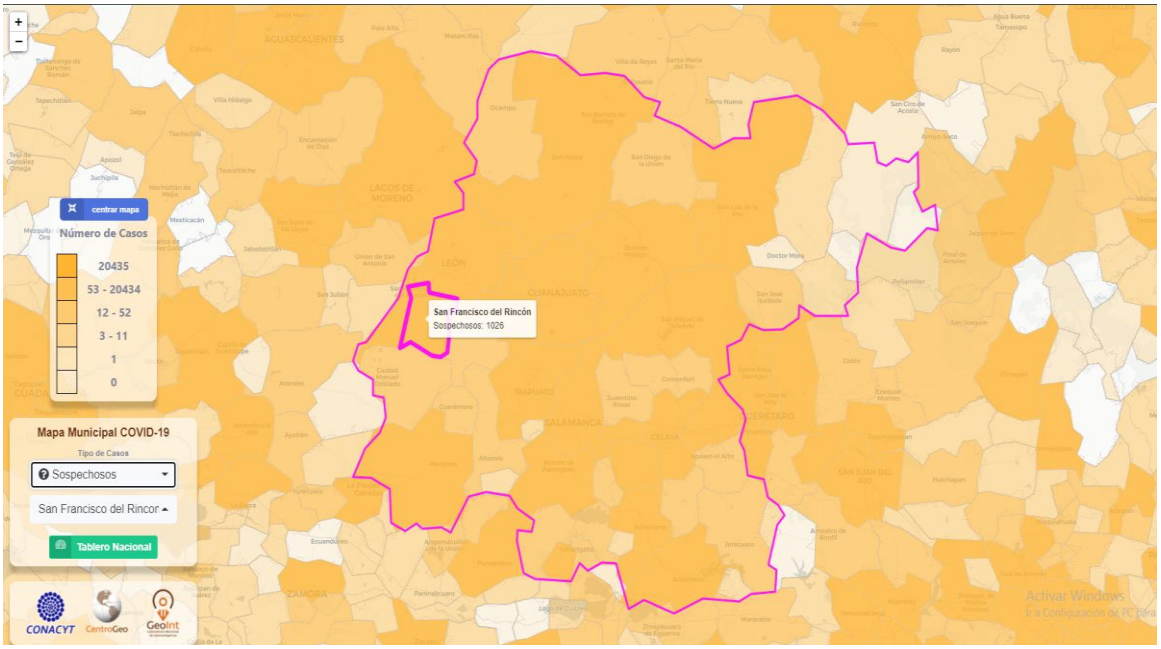
De acuerdo al semáforo de riesgo epidemiológico del 15 al 28 de febrero de 2021, reportado por la Secretaria de Salud, el municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato se encuentra en semáforo **rojo.**



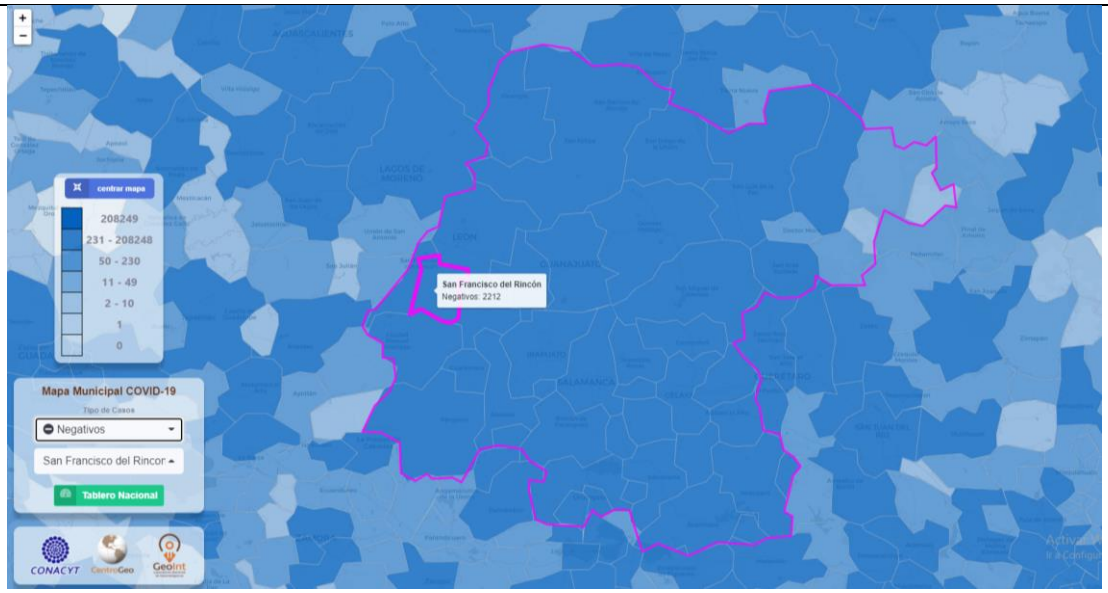
Casos confirmados: **2 599**



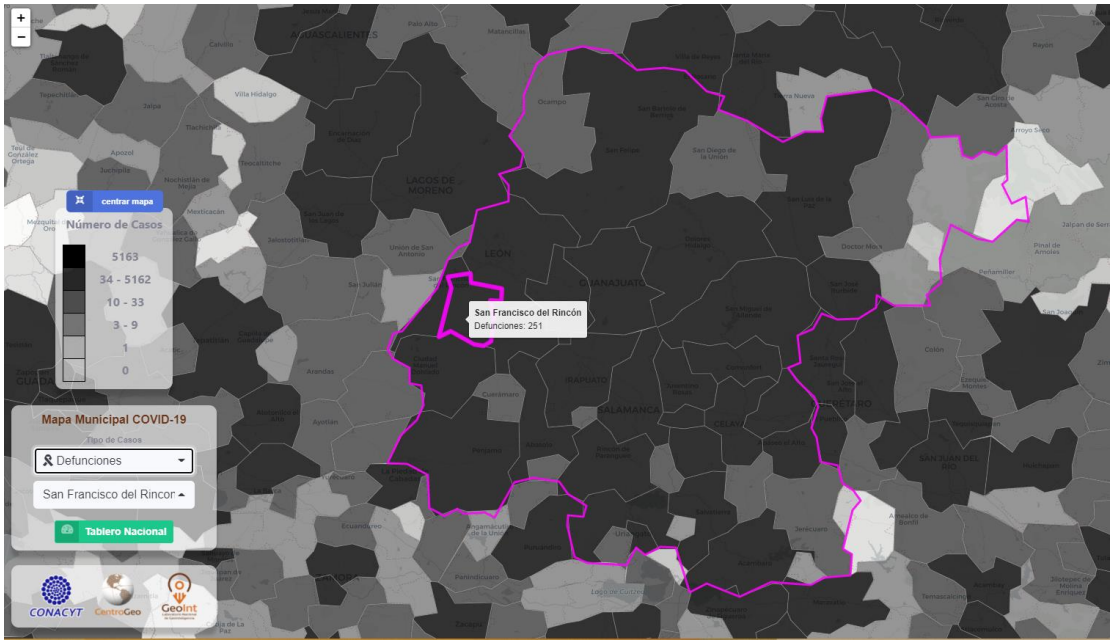
Casos sospechosos: **1 026**



Casos negativos: **2 212**



Defunciones: **251**



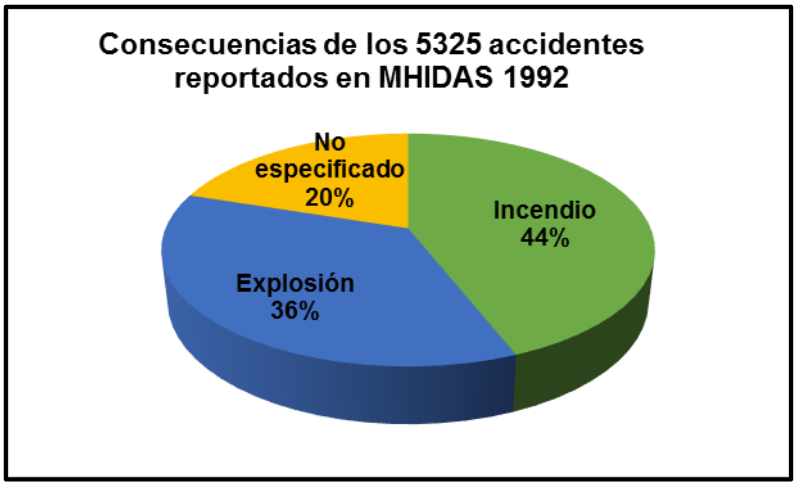
De acuerdo a lo anterior se puede decir que los principales peligros y amenazas lo constituyen los fenómenos de origen hidrometeorológico, principalmente las fuertes lluvias que dan lugar a inundaciones, sequias y las altas temperaturas, que azotan esporádicamente la región, estos ocasionan grandes desastres en el medio natural y la población.

Asimismo, si bien, el municipio de San Francisco del Rincón se caracteriza por ser un lugar peligrosidad **media sísmica**, por lo que para la construcción de la planta se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encuentra la planta y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

1.4.2.4 ANÁLISIS HISTÓRICO DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

De acuerdo a la MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) de julio de 1992 se reportaron 6128 casos de incidentes de los cuales 5325 resultaron accidentes donde 940 involucraron gas licuado presurizado es decir que el 17.65 % de los accidentes involucraron gas licuado.

A continuación, se presentan los datos más relevantes de acuerdo al "*Historical analysis of accidents in chemical plants and in transportation of hazardous materials".*



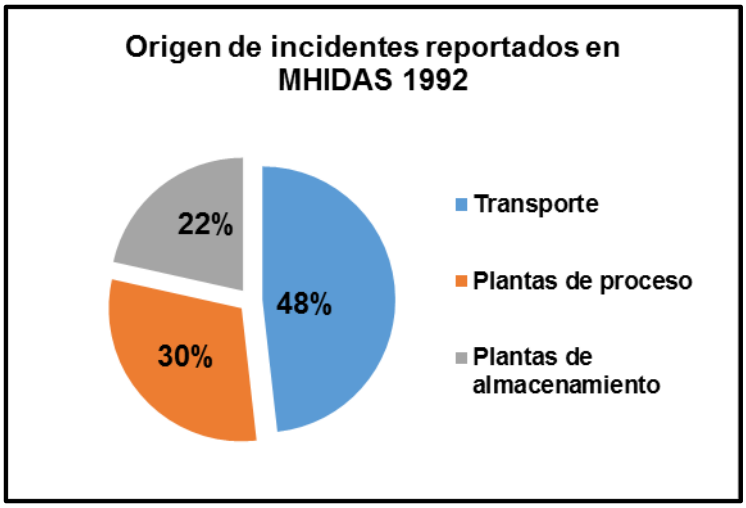
A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

	Tipo de incidente
Explosión	Explosión física
	Explosión no confinada
	Explosión confinada
	Explosión de polvo
	Explosión de mezcla L-G
	Explosión de fase densa
	BLEVE
Fuga o liberación de material	Fuga instantánea
	Fuga continua
	Charco
Incendio	Incendio de charco
	Incendio de nube de vapor
	Bola de fuego
	Dardo de fuego
	Incendio de tanque
	Tormenta de fuego

	Tipo de incidente
Nube de gas	Nube de gas pesado
	Nube de gas densidad neutra
	Nube de gas flotante

De los incendios reportados no se pudo determinar qué tipo de incendio ocurrió en el 85 % de los casos, mientras que el 36 % de los casos de explosión no se pudo determinar el tipo.

Aproximadamente en el 98 % de los casos reportados se conoce el origen de los cuales se pueden distribuir de la siguiente manera:



Actualmente la MHIDAS considera también considera la carga/descarga, almacenes de residuos, doméstico/comercial y almacenes de productos.

El porcentaje en el transporte de sustancias es debido a la influencia de elementos externos es decir que es un espacio donde hay mayor interacción entre variables.

Los accidentes en transporte se debieron principalmente al transporte vía ferrocarril. Para el caso de las plantas de proceso ocurrieron principalmente en tanques de proceso, tuberías y reactores, mientras que en las plantas de almacenamiento los incidentes ocurrieron en un 48 % en tanques atmosféricos y en tanques presurizados en un 13.2 %.

Las causas más comunes que derivan en accidentes son las siguientes:

IV. Falla mecánica (21 %).
V. Impacto (27 %).
VI. Error humano (11 %).
VII. Falla de instrumentación.
VIII. Falla de servicios.
IX. Reacción violenta.
X. Eventos externos (12 %).
XI. Condiciones anormales.

Causas específicas por impacto:

XII. Vías de ferrocarril 35.2 %.
XIII. Carreteras 25.1 %.
XIV. Otro vehículo 12.7 %.
XV. Objeto pesado.
XVI. Proyectil.
XVII. Grúa.
XVIII. Equipo de excavación.

XIX. Colisión entre barcos.
XX. Colisión entre barco y tierra.

Causas específicas por falla mecánica:

XXI. Fuga de válvula 16.7 %.
XXII. Sobrepresión 11.8 %.
XXIII. Falla metalúrgica 8.4 %.
XXIV. Sobrecalentamiento.
XXV. Sobrecarga.
XXVI. Corrosión.
XXVII. Fallo de soldadura.
XXVIII. Fatiga.
XXIX. Uso de materiales incompatibles.
XXX. Fallo en acoplamiento o brida.
XXXI. Fallo en manguera.

Causas específicas por factores humanos:

XXXII. Operación en general 32.7 %.
XXXIII. Procedimientos 18.4 %.
XXXIV. Administración 5.8 %.
XXXV. Sobrellenado.
XXXVI. Accidente de en drenaje.
XXXVII. Venteo accidental.
XXXVIII. Mantenimiento general.
XXXIX. Fallo por aislamiento/drenaje antes de desacoplamiento.
XL. Comunicaciones.
XLI. Error de diseño.
XLII. Error en la instalación.
XLIII. Error en la construcción.

Causas específicas por fallo de instrumentación:

- Falla controlador.
- Falla indicador.
- Falla de alarma.
- Falla del sistema de bloqueo.
- Falla del sistema de control por computadora.

Causas específicas por falla de servicios:

- Fallo en el servicio de electricidad.
- Fallo en el servicio de agua.
- Fallo en el servicio de gas.
- Fallo en el servicio de aire comprimido o nitrógeno.
- Fallo en el servicio de aire para instrumentos.
- Fallo en el servicio de vapor.

Causas específicas por reacción violenta:

- Combustión interna.
- Explosión confinada.
- Reacción fuera de control.

Causas específicas por factor externo:

- Incendio exterior.
- Explosión exterior.
- Terremoto.
- Falla del terreno o erosión.
- Inundación.
- Rayos.
- Viento huracanado.
- Temperaturas extremas.
- Sabotaje.

Como se puede observar, es más frecuente que los accidentes ocurran durante el transporte de materiales peligrosos, siendo una de las principales causas los accidentes, los impactos de ferrocarriles, otra causa que tiene un porcentaje de contribución grande es la falla mecánica de las válvulas generando una fuga a través de éstas.

Como se ha mencionado anteriormente la Plata de Distribución de Gas L.P. se encuentra constituida por:

- Mangueras.
- Válvulas.
- Bombas.
- Compresor.
- Tubería.
- Tanques presurizados.

Elementos que son susceptibles a impactos, fallas mecánicas, errores humanos de operación y mantenimiento.

1.4.2.5 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.

SONIGAS, S.A. DE C.V., es una organización que se dedica a la distribución de Gas L.P. en México. Pretende reanudar las actividades operativas de la Planta de Distribución de Gas L.P. en el Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato, cuenta con una capacidad máxima de almacenamiento de89,020de litros al 100 % agua, en un tanque cilíndrico horizontal.

En los registros históricos de accidentes con GLP en nuestro país destacan los siguientes accidentes o incidentes:

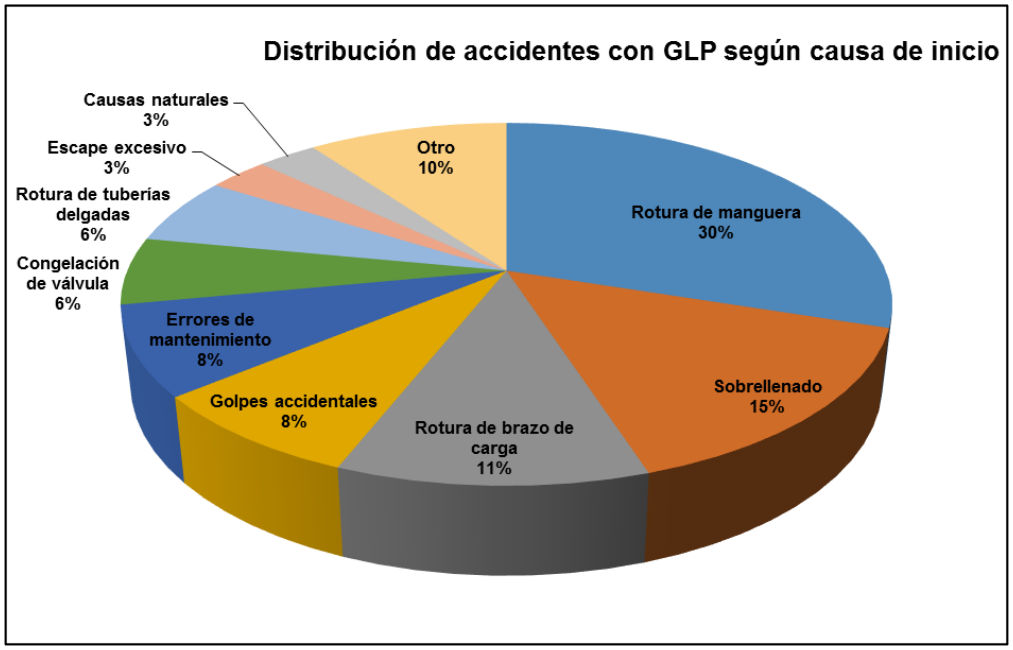
No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	1984	San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México	Explosión de varios de los contenedores 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 5:10am.	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, Antioco, Vázquez-Román, Richart, & Díaz-Ovalle, Christian. (2012). Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. *Información tecnológica*, *23*(6), 121-128. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000600013
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	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.

No.	Año	Ciudad/ País	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
4	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
5	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/estados/captan-momento-en-que-explota-tanque-de-gas-trabajador-en-saltillo
6	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 dela 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.	–

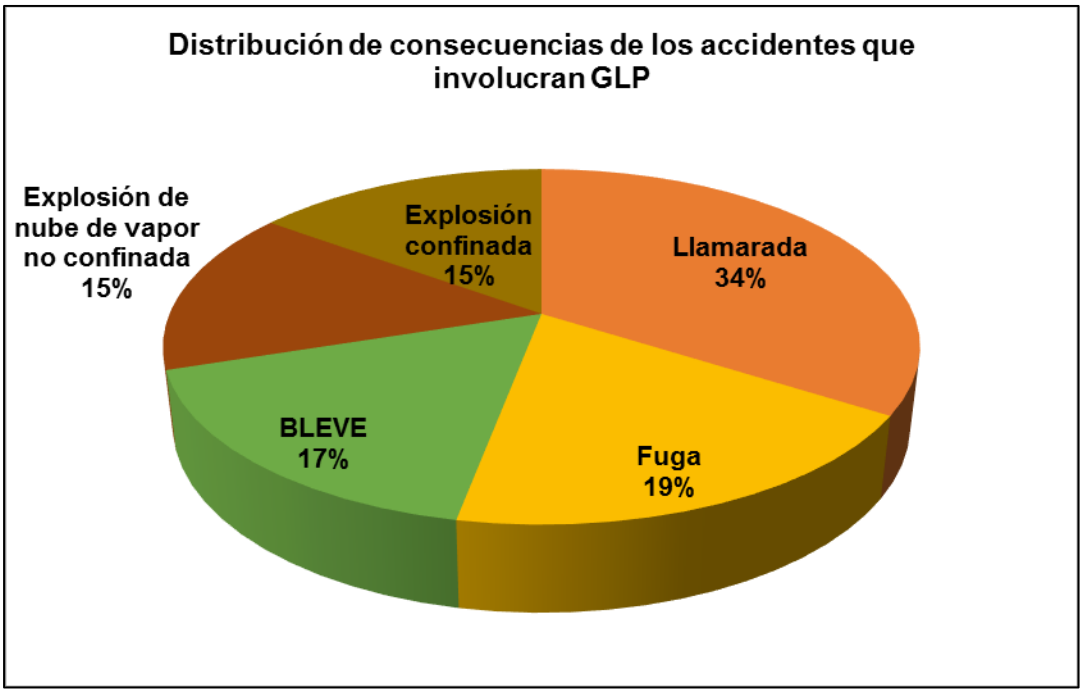
No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
7	**1996**	México	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" 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 antes del incendio (ignición de la nube).	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 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.	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.	–
8	**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 consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m^3 cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m3 cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de1800 m^3.	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. 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.	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. 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	–

No.	Año	Ciudad/ País	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
9	**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).	–

De acuerdo al documento *Integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo*, datos que se obtuvieron de la información disponibles al público; la distribución de accidentes con GLP según la causa de inicio es la siguiente:



De dichas causas iniciales que devienen en accidentes en el uso de GLP las principales consecuencias son las siguientes:



1.4.2.6 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS POTENCIALES.

Con base en la actividad que se realizar en la instalación y en las propiedades fisicoquímicas del GLP, se tiene que los posibles riesgos son aquellos que están relacionados con los siguientes escenarios:

※ Los vapores de los gases licuados, son inicialmente más pesados que el aire y pueden formar mezclas inflamables. La nube inflamable puede arder y originar explosiones no confinadas (UVCE).

※ Un recipiente que contenga gases licuados y que sea expuesto al fuego directo por más de 10 minutos puede explotar, por la expansión de los vapores del líquido en ebullición (BLEVE), y proyectar los fragmentos a grandes distancias.

En ambos casos, la radiación térmica y la onda de sobrepresión resultante, tienen efectos muy destructivos. Por lo que el Análisis de Consecuencias estará enfocado en los daños causados por los efectos del FUEGO (Inflamabilidad) y de una EXPLOSIÓN (sobrepresión).

- **Explosión.**

Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

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

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

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

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

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

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

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

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

Incendio.

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

Incendio tipo *dardo de fuego.*

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento temporal de GLP (recipientes transportables y tanques de almacenamiento), en donde se genera la aparición de una pequeña fisura en las paredes, cuya consecuencia es la descarga del contenido formando un chorro a presión.

Si la fuga entrase en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de *chorro*, o conocido también como dardo de fuego o *Jet Fire*. Los efectos más nocivos y esperados, serían los derivados por la radiación térmica en el entorno del dardo.

Bola de fuego.

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

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

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

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

Charco de fuego (poolfire).

Proveniente de material combustible o inflamable el cual se encuentra derramado sobre el piso, es decir que se encuentra a una temperatura menor a su punto de ebullición. La geometría del charco depende del entorno. En caso de que el líquido hubiera estado almacenado a una presión superior a la del punto de ebullición, una parte de éste se evaporará formando una nube de vapor del material, el líquido sobrante es el que podrá quemarse.

Para que se lleve a cabo el incendio deberá existir una fuente de ignición, el encendido puede llevarse a cabo a través de los vapores, para el caso de líquidos con alta volatilidad, en caso de ser un líquido derramado bajo su punto de ebullición y sin ser muy volátil el encendido se llevará a cabo una vez que se formen vapores, alcanzando de esta forma el combustible líquido.

Una vez encendido el charco, los efectos térmicos por medio de la radiación son los de mayor relevancia.

El incendio depende fuertemente de las condiciones ambientales como son la velocidad del viento, otro factor es la cantidad de combustible derramado.

1.4.2.7 RESULTADOS DEL ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

Los resultados del análisis preliminar de peligros se resumen en una descripción cualitativa de los peligros relacionados al diseño de un proceso además de la clasificación de situaciones peligrosas con las posibles medidas para evitar que las situaciones peligrosas en las etapas posteriores del proceso o proyecto catalogando el peligro de acuerdo a la importancia de las causas y efectos del incidente en las siguientes categorías:

- Categoría I – Despreciable.
- Categoría II – Marginal-.
- Categoría III – Crítico.
- Categoría IV – Catastrófico.

Tabla I.27. Análisis preliminar de peligros.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Yazmin Calzeta López. **Fecha de reunión: Febrero, 2021.** **Área: Descarga semirremolques**				
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Descarga de semirremolques (trasiego de GLP por medio del compresor)	Impacto entre semirremolques	Falla de integridad de semirremolques. Fuga y explosión.	**IV**	Implementación de procedimientos seguros de estacionamiento de semirremolques. Capacitación al personal. Registro de pruebas de espesores de los recipientes que se reciben. Monitor de agua contra incendio.
	Deficiencia en procedimiento de descarga de semirremolques. Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	**III**	Implementación de procedimientos seguros de descarga de semirremolques. Capacitación al personal. Válvulas de no retroceso
	Deficiencia en el procedimiento de frenado de semirremolques.	Fuga, explosión y/o llamarada.	**III**	Válvulas de no retroceso.
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	**III**	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Falla en el acoplamiento de bridas en las tuberías de descarga.	Fuga, explosión y/o llamarada.	**III**	Pruebas periódicas de hermeticidad en el sistema de trasiego.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	**III**	Válvulas de actuación remota con actuador eléctrico en las tomas de líquido.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	**II**	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

Tabla I.27. Análisis preliminar de peligros. *(Continuación)*

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Yazmin Calzeta López. **Fecha de reunión: Febrero, 2021.** **Área: Almacenamiento GLP**				
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Almacenamiento de 89,020 L de GLP en un recipiente presurizado (7 kg/cm^2)	Impacto por BLEVE de un recipiente para transporte.	Falla de integridad de tanques de almacenamiento. Fuga y explosión. BLEVE.	IV	Capacitación al personal en procedimientos de emergencia. Registro de pruebas de espesores del recipiente de almacenamiento de GLP.
	Sobrepresión/sobrellenado Falla del medidor de nivel. Alta temperatura.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Capacitación al personal en procedimientos de emergencia.
	Corrosión.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de pruebas de espesores del recipiente de almacenamiento de GLP. Mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo.
	Falla soldadura del tanque de almacenamiento	Falla de integridad mecánica de tanques de almacenamiento. Fuga, dardo de fuego o explosión.	IV	Pruebas periódicas a soldaduras y de hermeticidad.
	Falla de las válvulas internas	Fuga, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el almacenamiento de GLP.

Tabla I.27. Análisis preliminar de peligros. *(Continuación)*

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Yazmin Calzeta López. **Fecha de reunión: Febrero, 2021.** **Área: Suministro de auto-tanques**				
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Suministro a auto-tanques y tanques montados vehículos automotores (trasiego de GLP por medio de la bomba II y III)	Deficiencia en procedimiento de carga de auto-tanques Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Implementación de procedimientos seguros de carga de auto-tanques. Capacitación al personal.
	Deficiencia en el procedimiento de frenado de auto-tanques.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Falla en el acoplamiento de bridas en las tuberías de descarga.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Pruebas periódicas de hermeticidad al sistema de trasiego.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Válvulas de actuación remota con actuador neumático en las tomas de líquido.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

Tabla I.27. Análisis preliminar de peligros. *(Continuación)*

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Yazmin Calzeta López. **Fecha de reunión: Febrero, 2021.** **Área: Suministro a recipientes transportables**				
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Suministro a recipientes transportables (trasiego de GLP por medio de la bomba I) Recipientes presurizados de 30 kg de capacidad	Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	II	Implementación de procedimientos seguros de carga de GLP. Capacitación al personal.
	Deficiencia en el procedimiento de desplazamiento de recipientes.	Fuga, explosión y/o llamarada.	I	Capacitación al personal.
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Corrosión en la superficie de los recipientes transportables.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Mantenimiento a recibientes con recubrimiento anticorrosión, recipientes nuevos conforme a la **NOM-213-SCFI-2018**
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Detectores de mezclas explosivas.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

1.4.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Introducción.

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

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

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

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

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

Justificación de la metodología What If…?

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

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

Finalmente es menester mencionar que dentro de las ventajas que ofrece esta técnica o metodología, se encuentra la factibilidad para ser aplicada a cualquier proyecto, ya sea de nueva creación o en operación, así como a posibles modificaciones de ésta; de igual manera se verifica que de acuerdo con la información de la que se dispone, la aplicación de la técnica se ajusta totalmente a ésta.

Descripción del What If…?

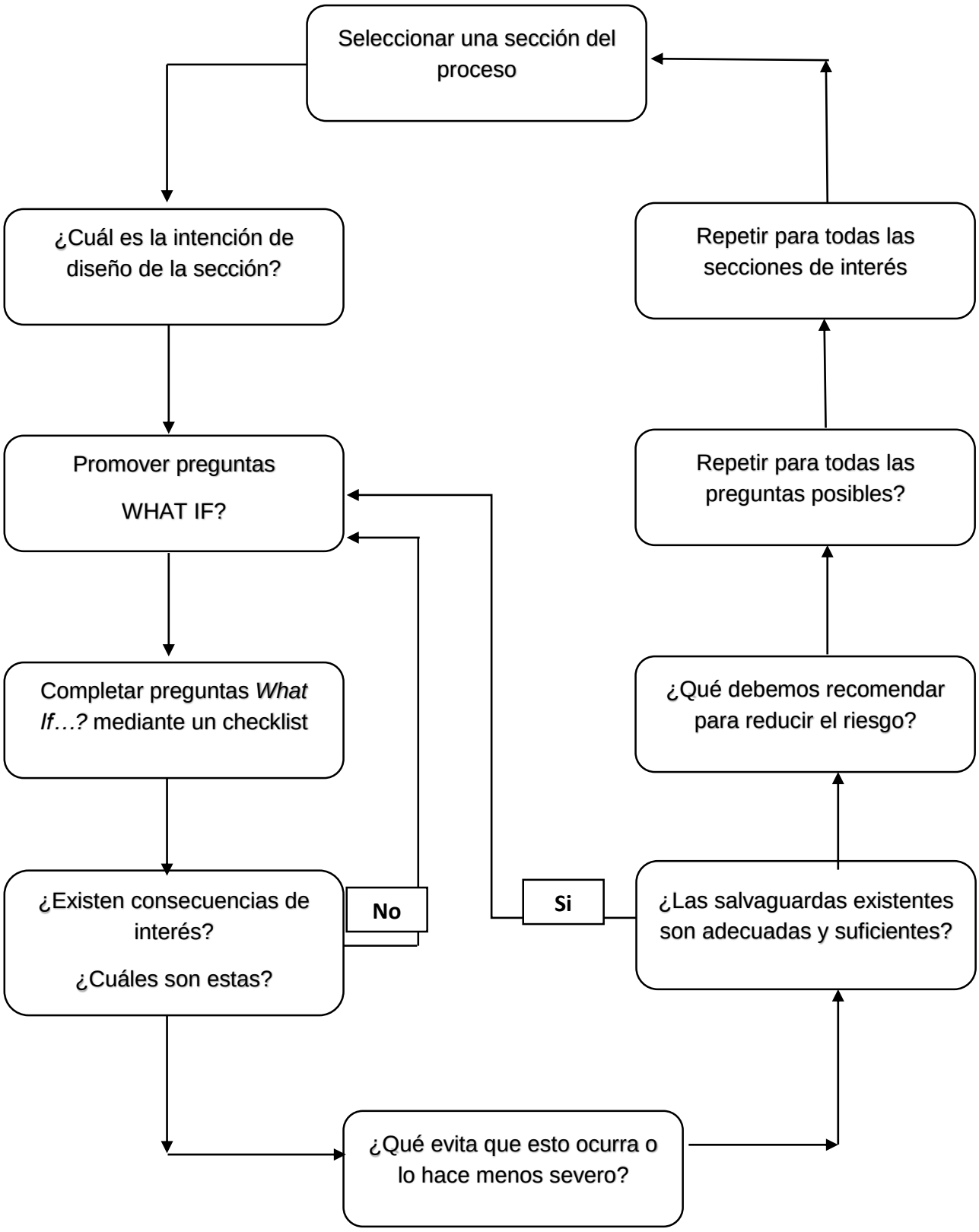
Como su nombre sugiere, el método consiste es cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

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

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

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

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


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

Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

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

- ***Zona de almacenamiento*** de ***GLP*** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 89,020 litros al 100% agua.
- Tomas de recepción (descarga de ***semirremolques***).
- Tomas de suministro (carga de ***auto-tanques***).
- Toma de carburación de auto-abasto.
- ***Muelle de llenado de recipientes transportables*** (distribución de GLP, venta a usuarios finales).
- Servicios auxiliares, como son: sistema contra incendio, instalaciones eléctricas y aire de instrumentos.

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

Tabla I.28. Terminología usada en un análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Propósito del What If…?

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

- Identificar condiciones y situaciones peligrosas que puedan resultar de barreras y controles inadecuados.
- Identificar aquellos eventos que pudieran desencadenar accidentes mayores.
- Generar las recomendaciones pertinentes a fin de minimizar el riesgo de la *instalación*, así como para mejorar las condiciones de operación.
- La aplicación del análisis *What If…?*, se enfocó en evaluar los peligros en la Planta de Distribución de GLP.

Preguntas típicas.

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

Tabla I.29. Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Tabla I.30. 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)

Documentación de los resultados del What-If? y Jerarquización de peligros: Los resultados fueron organizados en una tabla, donde además de las preguntas, los peligros, las consecuencias, las medidas de seguridad y las recomendaciones; se anexó la clasificación cualitativa del riesgo, por medio de la utilización de una matriz de riesgos.

La matriz fue tomada de la NOM-013-SECRE-2012 “Estudio de Riesgo”, esta matriz relaciona la frecuencia y la consecuencia dentro de ciertos límites y requisitos de riesgo permitido.

La evaluación cualitativa de las consecuencias y probabilidades del riesgo asociado al estudio, se determinó mediante la metodología propuesta en la NOM-013-SECRE-2012 conforme a las siguientes categorías:

Tabla I.31. Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos

Gravedad de las Consecuencias						
Consecuencias	Criterio	1	2	3	4	5
Fatalidades	Personas fallecidas	>10	1 a 10	0	0	0
No. Accidentes con Lesiones	Personas Lesionadas	>100	10 a 100	1 a 10	1	0
Liberación de Hidrocarburos	Toneladas	>100	10 a 100	1 a 10	0.1 1	<0.1
Daño a Bienes	USD	>10 000 000	1 000 000 a 10 000 000	100 000 a 1 000 000	10 000 a 100 000	<10 000

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DOF.

Tabla I.32. Clasificación de probabilidades de ocurrencia del evento anual

Clase de Probabilidad	Frecuencia de Ocurrencia Anual	Frecuencia de Ocurrencia
1	10^{-1}	Más de una vez en 10 años
2	10^{-1} a 10^{-2}	De una vez en 10 años a una vez en 100 años
3	10^{-2} a 10^{-3}	De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años
4	10^{-3} a 10^{-4}	De una vez en 1 000 años a una vez en 10 000 años
5	10^{-4} a 10^{-5}	De una vez en 10 000 años a una vez en 100 000 años
6	10^{-5} a 10^{-6}	De una vez en 100 000 años a una vez en 1 000 000 años
7	< 10^{-6}	Menos de una vez en 1 000 000 años

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

MATRIZ DE RESULTADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Jerarquización de eventos.

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:

Matriz de determinación del nivel de riesgo dentro de los límites de la instalación						
Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		**Clasificación de consecuencias**				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	**1**
1	$>10^{-1}$	M	M	A	A	**A**
2	10^{-1} a 10^{-2}	B	M	M	A	**A**
3	10^{-2} a 10^{-3}	B	B	M	M	**A**
4	10^{-3} a 10^{-4}	B	B	B	M	**M**
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	**M**
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	**B**
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	**B**

Clasificación

B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.

M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias

A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL

Criterios de aceptabilidad y tolerabilidad.

Tipo A – Riesgo Intolerable (Riesgo No Aceptable)
Tipo M – Riesgo medio (incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencia).
Tipo B – Riesgo bajo (gestión mediante mejora continua).

A	**Riesgo No Intolerable (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 "B"**. 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.
M	**Riesgo Medio (Tipo M): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes.** Un riesgo **Tipo "M"** 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 "B". La conclusión de las Acciones Correctivas y Preventivas permanentes no debe ser mayor 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.**
B	**Riesgo Bajo (Tipo B): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos.** Un riesgo Tipo "B" 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 "B" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. **La posibilidad de reducción de este nivel de riesgo 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.**

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 una 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 implementarán 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 siguientes áreas de la planta de distribución de GLP propiedad de ***SONIGAS, S.A DE C.V.***

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla I.33. Matriz de riesgo de fatalidades

Fatalidades						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M	M	A 1.1.4, 1.1.5 a	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 3.3.2	M 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 3.4.2	A 1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1	B 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.3.1, 5.3.1	M 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1,	M 3.1.3	A 1.1.3, 1.2.4
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 5.2.1	B	B 4.2.2	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.
M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias
A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

Tabla I.34. Matriz de riesgo por lesionados

Lesionados						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M	M 1.1.4, 1.1.5 a	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.1.5 b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 3.3.2, 3.4.2	M 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b, 1.2.4, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1, 4.3.1	B 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1	M 3.1.3	M 1.1.3	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 5.2.1	B	B 4.2.2	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.
M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias
A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

Tabla I.35. Matriz de riesgo por liberación de hidrocarburo

Liberación de hidrocarburos						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M 1.1.4, 1.1.5 a	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 1.1.6, 1.1.7 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 3.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.2.1 a, 1.4.1	M 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 3.3.2	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.1.3, 3.2.1, 3.2.2, 3.4.1, 4.3.1	B 1.2.1 b, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1	M 3.3.1	M 1.1.3	A 1.2.4
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 5.2.1	B 4.2.2	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.
M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias
A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

Tabla I.36. Matriz de riesgo de daño a bienes

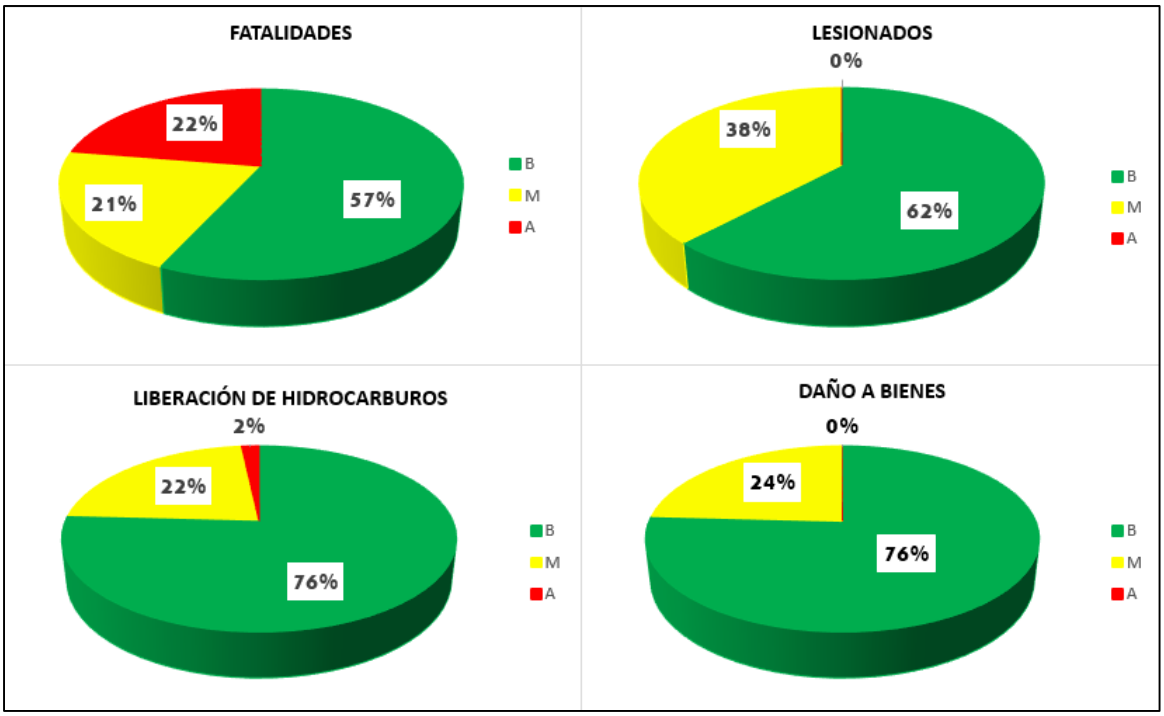
Daño a bienes						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M 1.1.4, 1.1.5 a	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.1, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 3.4.2	M 3.3.2	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1	B 1.2.1 b, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1	M 1.1.3, 3.1.3, 3.3.1	M 1.2.4	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

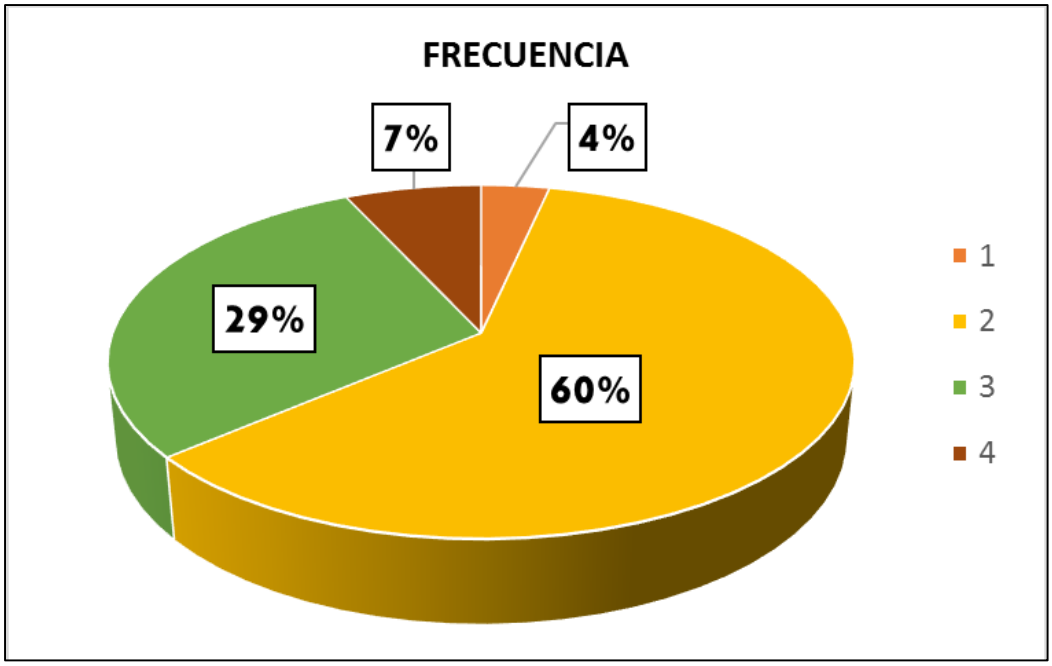
B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.
M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias
A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

De acuerdo a los resultados, el porcentaje de casos que se encuentran en el nivel de riesgo no tolerable no rebasa el 22%, siendo este el valor más alto para fatalidades, es decir, el 22% de los casos presentarían fatalidades siendo que el porcentaje de riesgo medio para liberación de hidrocarburo se encuentra por el 22%, siendo esta la causa más común para generar un accidente.

Para el porcentaje de riesgo medio, el número de casos que recaen en esta zona no rebasa el 38% de los casos donde se presentan lesiones, es decir, que mientras no se apliquen medidas de reducción de las causas de accidentes y medidas de mitigación de consecuencias el 38% de los casos presentarían lesionados.



Además, es importante señalar que la mayoría de los casos encontrados mediante la metodología What If?, tienen una frecuencia 2 la cual indica que la ocurrencia de los casos aparece de una vez en 10 años a una vez en 100 años.



Los casos que se encuentran en dicha frecuencia son los siguientes:

Tabla I.37. Eventos con frecuencia 2

Casos	Riesgo
1.1.1, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	**B**
1.1.5 b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.2.1 a, 1.3.2 b, 1.3.4 a	**M** / **B**
1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	**A** / **M** / **B**
1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8	**M** / **A**
3.3.2, 3.4.2	**M**

Tabla I.38. Clasificación de los casos conforme a la causa.

Casos	Causa
1.1.1	Error humano durante trasiego
1.1.8	
1.1.9	
1.1.10	
1.1.12	
1.3.1	
1.3.2 a	
31.3.2 b	
1.3.3	
1.3.4 a	
1.3.4 b	
1.4.1	
1.4.3	
3.4.2	
1.2.1 a	Falta de mantenimiento o error humano
1.3.7	
1.4.2	
1.4.4	
1.1.2	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.1.5 b	
1.1.6	
1.1.7	
1.2.2	
1.2.3	
1.3.5	
1.3.6	
1.3.8	
1.3.9	
3.3.2	
4.1.1	
4.1.2	
5.1.1	
5.1.2	
5.4.1	

Como se puede observar, aunque la mayoría de los casos que presentan frecuencia 2 obtuvieron un nivel de riesgo B éstos tienen como causa principal errores humanos durante el trasiego, actividades que por la diversidad de variables implicadas podrían sin el mantenimiento de las medidas proyectadas podrían implicar el aumento de la frecuencia y con esto, el riesgo.

Para los casos **1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4, 3.3.2 y 3.4.2** que presentan un nivel de riesgo medio a intolerable deben de implementarse medidas lo más pronto posible con la intención de reducción de la frecuencia y por ende del riesgo.

1.4.4 DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.2	001	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 4 = M 2 x 4 = M	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 - 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.1.3	003	3 x 1 = A 3 x 2 = M 3 x 2 = M 3 x 3 = M	Descarga de semirremolques	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.1.4	004	1 x 3 = A 1 x 4 = M 1 x 5 = M 1 x 5 = M	Descarga de semirremolques	**1** (Más de una vez en 10 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.1.5 a		1 x 3 = A 1 x 4 = M 1 x 5 = M 1 x 5 = M	Descarga de semirremolques	**1** (Más de una vez en 10 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.1.5 b		2 x 5 = B 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 5** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.8	004	2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.1.9		2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.1.11		2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.2.1 a	005	2 x 5 = B 2 x 5 = B 2 x 4 = M 2 x 5 = B	Almacenamiento	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 5** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 5** 0 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.2.4		3 x 1 = A 3 x 2 = M 3 x 1 = A 3 x 2 = M	Almacenamiento	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 1** >10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 2** 10 -100 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 1** >100 a 1 toneladas **Daño a bienes - 2** 1 000 000 a 10 000 000 dólares

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.2 a	006	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.2 b	007	2 x 3 = M 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 5** 0 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.3.3		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.4 a		2 x 3 = M 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <10 000 dólares
1.3.4 b		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.5	007	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.8		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.4.1	008	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares
1.4.3	009	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares
1.4.4	010	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.1.3	005	3 x 2 = M 3 x 3 = M 3 x 5 = B 3 x 3 = M	Bomba eléctrica y de combustión interna	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
3.3.1	005	3 x 4 = B 3 x 5 = B 3 x 3 = M 3 x 3 = M	Sistema de aspersión	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 4** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 5** 0 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a10 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
3.3.2		2 x 4 = M 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 3 = M	Sistema de aspersión	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 4** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a10 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
3.4.1	001 002 003 004	3 x 3 = M 3 x 4 = B 3 x 5 = B 3 x 4 = B	Hidrantes	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
3.4.2	006 007 009 010	2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 4 = M	Hidrantes	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

Tabla I.39. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.5.1	001	3 x 3 = M	Extintores	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
	002	3 x 4 = B			
	003	3 x 4 = B			
	004	3 x 4 = B			
	005				
3.5.2	006	3 x 3 = M	Extintores	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
	007	3 x 4 = B			
	008	3 x 4 = B			
	009	3 x 4 = B			
	010				
4.2.1	004	3 x 3 = M	Actuador neumático de válvulas internas y de cierre de emergencia.	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
	008	3 x 4 = B			
	009	3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			

)

1.4.5 EVENTOS QUE PUDIERAN SUSCITARSE.

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.

Si durante la descarga de gas l.p. el operador realizara 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 toma de recepción está 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.

Consideraciones:

- Ante el desprendimiento de la manguera se considera que simultáneamente se activa el paro de emergencia del compresor, dejando de inyectar vapor hacia el semirremolque.
- La válvula de exceso de flujo del semirremolque durante la descarga es activada automáticamente, es decir, que el flujo alcanza el valor de cierre.
- 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 tipo de liberación es instantánea, formándose una nube *"puff".*

Por lo que la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera y en el tramo de tubería de 51 mm de diámetro y que va hasta la válvula de control remoto con actuador tipo neumático. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 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.

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.
- El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continua, 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 tanque de almacenamiento es marca Corken modelo 491 con una capacidad nominal de líquido de 813.33 LPM y con desplazamiento de vapor de 61.20 m^3/hr.

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 éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio.

ESCENARIO 003: BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE.

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.

Consideraciones:

- 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 esparciría de forma radial en el entorno, lo que impediría llegar hasta la válvula y retardar el tiempo de respuesta.
- La intensidad de radiación crítica para el acero (material del que está hecho el tanque del semirremolque) es de 100 kW/m^2 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.*
- Debido a la cercanía de la fuente del dardo de fuego el flujo calorífico rebasa el orden de los 100 kW/m^2 (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.
- 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 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros.

a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.

ESCENARIO 004: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO DEBIDO A PRESURIZACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO.

Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

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.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4” equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2”), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

SUBSISTEMA 1.2: ALMACENAMIENTO DE GLP.

ESCENARIO 005: BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE DE 89,020 LITROS.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 89,020 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque 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 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** 71,216 litros.

a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

SUBSISTEMA 1.3: SUMINISTRO DE GLP A AUTOTANQUES.

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 AUTOTANQUE.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento *la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente* se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **378 LPM**, a una presión de **5 kg/cm^2.**

Consideraciones:

- La actuación (cierre automático) de las válvulas de exceso de flujo tiene sus limitaciones, una vez que existen diversas causas de falla en el cierre las cuales pueden deberse a restricciones en el sistema de tuberías, rotura o daño en la línea corriente abajo no suficiente para cerrar la válvula, válvula de cierre en la línea parcialmente abierta, presión de gas l.p. corriente arriba de la válvula de exceso de flujo no suficientemente alta para producir un volumen de flujo de cierre, o bien, materia foránea alojada en la válvula que no permite el cierre. *ECCI Engineered Controls International, Inc. REGO Guía L-102-SV*
- Tiempo de respuesta equivalente a medio minuto, debido a que en la línea se cuenta con una válvula de cierre de emergencia con actuador eléctrico, proporcionando el cierre automático, por lo que se considera este tiempo razonable para realizar la modelación.
- Por las características del incidente, la masa fugada de GLP saldrá disparada como chorro horizontal

De la emisión que resulta del funcionamiento de la bomba y en caso de que exista una fuente de ignición en el punto de escape, se generaría un dardo de fuego. Asimismo, se considera que, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 007: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken CK-1022-CF. 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, en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta. *API Publication 581, Risk-Based Inspection*
- 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.

SUBSISTEMA 1.4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

ESCENARIO 008: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS A CAUSA DE LA PRESURIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DEBIDO A QUE POR OMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE SE ENCUENTRA CERRADA.

Si durante el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encuentra cerrada se tendría una sobrepresión en la línea, lo que podría ocasionar fuga de GLP en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido.

Por las características de la fuente, la masa fugada de GLP 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.

Se considera un diámetro de fuga de 0.6", a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

ESCENARIO 009: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA PUNTA POL DEL ACOPLADOR DE LLENADO DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UN ERROR DEL OPERADOR DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN.

Si debido a un deficiente acoplamiento de la punta pol del acoplador de llenado del recipiente transportable este se desprendiera, se originaría una fuga de GLP en fase líquida. En estos casos, el obturado de la fuga se hace con el cierre de la válvula de globo recta, por lo tanto, la cantidad fugada es la equivalente a la atrapada en la manguera de 13 mm.

ESCENARIO 010: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFONDE DE RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UNA FALLA EN LA SOLDADURA DEL FONDO (UNIONES) DURANTE EL LLENADO.

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

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

La masa fugada de 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 turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

1.4.6 IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ÁRBOL DE FALLAS.

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

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

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

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

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

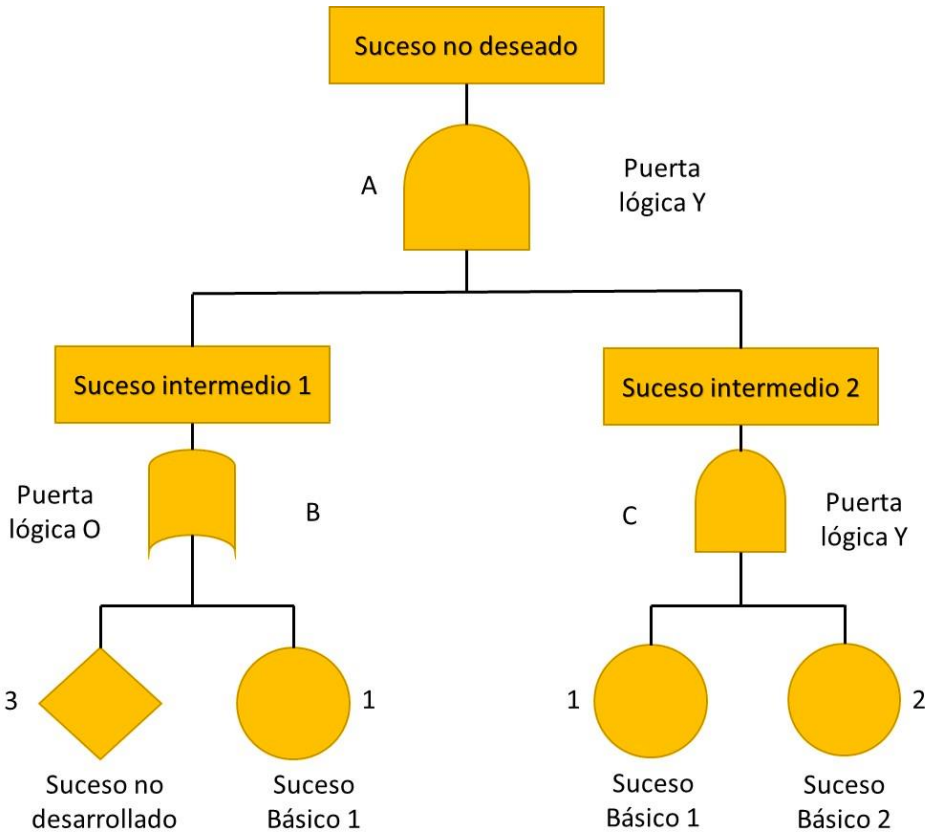


Figura I.19. Representación de un árbol de fallas.

Construcción del árbol de fallas

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

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

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

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

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

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

- ***Evento Tope.*** El símbolo usado para indicar eventos indeseados es un rectángulo.
- ***Compuerta "O" y Compuerta "Y".*** Un símbolo para una compuerta "O" es usado para indicar que cualquiera de los 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

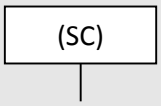
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

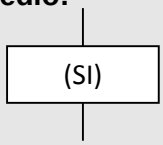
Sucesos:

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.

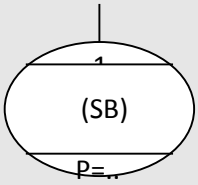
Suceso capital:



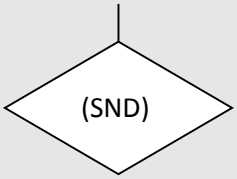
Suceso intermedio:



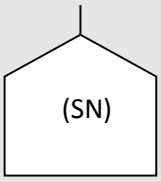
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

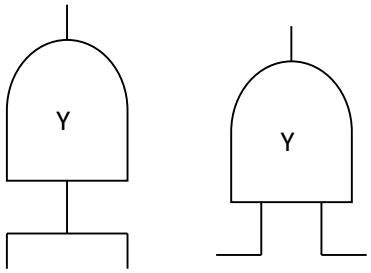


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta "Y":

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

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

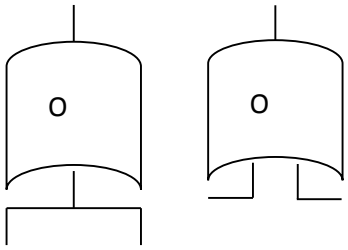


PUERTAS "Y"

La puerta "O":

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

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

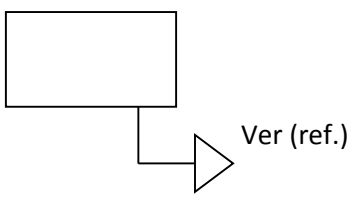


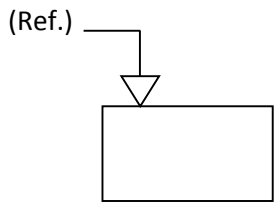
PUERTAS "O"

Símbolos de transferencia:

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

Principal (remite a:)





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

- ⇨ Tomas de recepción de semirremolques.
- ⇨ Almacenamiento de Gas L.P.
- ⇨ Tomas de suministro de Gas L.P. para llenado de auto-tanques.
- ⇨ Toma de carburación de autoconsumo.
- ⇨ Muelle de llenado de recipientes transportables.

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

- ⇨ Evento 001 y 002: Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.
- ⇨ Evento 003: BLEVE del semirremolque.
- ⇨ Evento 004 y 008: Explosión a través de válvulas o instrumentos.
- ⇨ Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento.
- ⇨ Evento 006: Explosión en el suministro de auto-tanques
- ⇨ Evento 007: Explosión en la bomba de suministro
- ⇨ Evento 009: Explosión en las llenaderas de los recipientes transportables
- ⇨ Evento 010: Explosión de un recipiente transportable

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

Tabla I.40. 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$_1$: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferente bibliografía, al final del estudio se presenta la bibliografía correspondiente.

Se anexa a continuación su aplicación.

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

Tabla I.41. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
001 002	Explosión de una nube de vapor no confinada por el desprendimiento de manguera en el área de Recepción de ***semirremolques***.	2.14×10^{-4}
003	BLEVE por calentamiento de un ***semirremolque*** (explosión mecánica del recipiente tipo no transportable) para el transporte de ***GLP***	1.04×10^{-8}
004	Explosión de una nube de vapor no confinada de ***GLP*** derivada de la fuga a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}
005	BLEVE del ***recipiente de almacenamiento*** de la ***instalación*** de 89,020 litros al 100% causada por sobrepresión	2.30×10^{-8}
006	Explosión de una nube de vapor no confinada por el desprendimiento de manguera en el área de Suministro de ***auto-tanques***	2.14×10^{-4}
007	Explosión de una nube de vapor no confinada proveniente de la fuga a través del sello de una de las bombas	5.65×10^{-4}
009	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de llenaderas de los recipientes transportables	1.89×10^{-4}
010	Explosión de una nube de vapor no confinada en el ***muelle de llenado***, por la fuga de la masa contenida en un ***recipiente transportable*** de 30 kg de capacidad	6.32×10^{-4}

NOTA: La **frecuencia de ocurrencia** de los eventos **003** y **005** se consideró como **Muy Improbable (No se ve posibilidad que ocurra el riesgo),** ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de **"Probabilidades de Fallo"**.

- **Eventos 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 contará la Planta de Distribución de Gas L.P. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia (respecto a los demás),** como son los eventos **001, 004, 006, 007, 009 y 010.** Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

- **Evento alterno:** De acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3.

- **Evento catastrófico:** Si bien, la probabilidad el evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **005** (BLEVE de tanque de almacenamiento), el cual es considerado el evento catastrófico por ser éste el evento que tiene en consideración la capacidad máxima de almacenamiento.

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

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

*RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO*

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

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

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

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

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

1.4.7 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.

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

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

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

Se tienen diferentes modelos de fuego:

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

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

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

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

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

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

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

BLEVE

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

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

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

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

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

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

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE

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

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

Termodinámica de la BLEVE

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la Fig. I.20, 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.

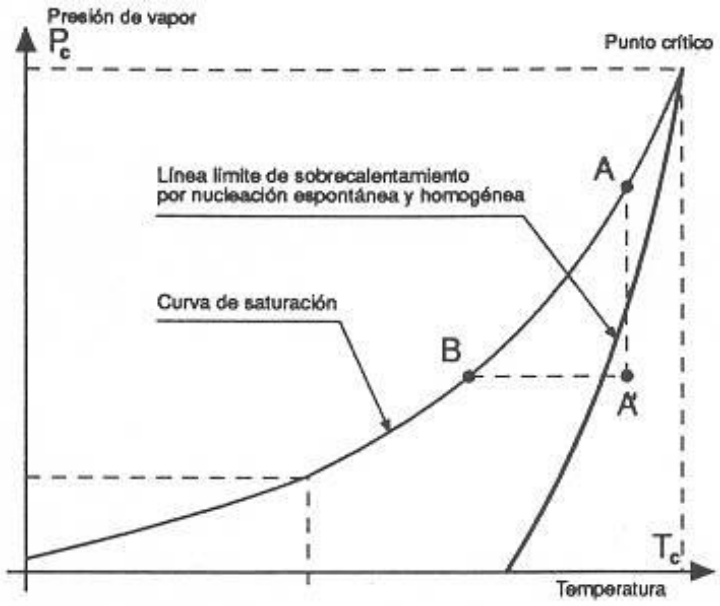


Figura I.20. Curva de saturación presión-temperatura

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

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

Así, por ejemplo, en la Fig. I.14 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A.

Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

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

Consecuencias de la BLEVE

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

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

1. **Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
2. **Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
3. **Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial)**

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

Consecuencias de una BLEVE

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

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

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

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

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

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

de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

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

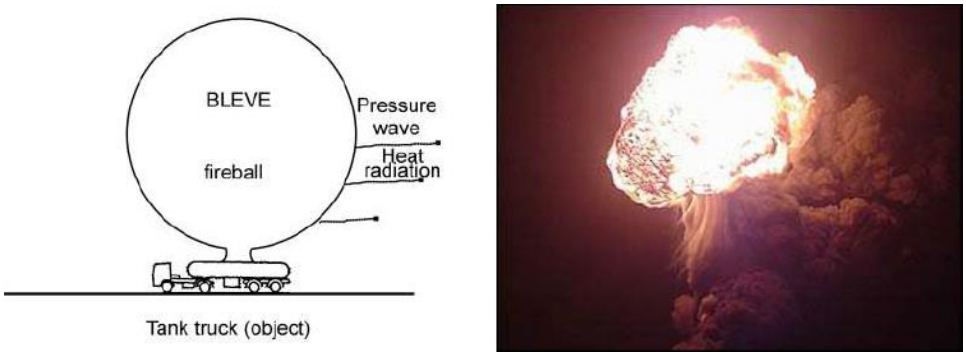


Figura I.21. Representación de una bola de fuego (fireball).

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

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

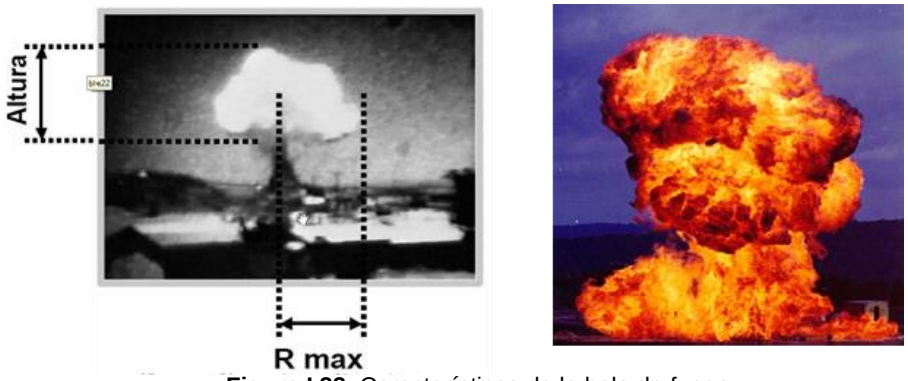


Figura I.22. Características de la bola de fuego.

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

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

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

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

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

Tabla I.42. Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988)

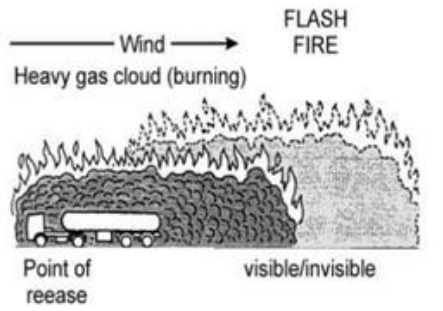
INTENSIDAD *(kW/m²)*	EFECTOS SOBRE MATERIALES	EFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar y fundir tubos de plástico.	1% de letalidad en 1 minuto. Quemaduras de primer grado en 10 segundos.
4	-	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.
1.6	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que, para definir y justificar las zonas de seguridad por el entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo 5 kW/m^2 o1500 BTU/pie^2·h y para la Zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m^2 o 440 BTU/pie^2·h

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

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

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



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

Los efectos de este tipo de incendio son:

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

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

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

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

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%,** fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

DARDO DE FUEGO
(JET FIRE)

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

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

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

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo o GLP en caso de las plantas de distribución de GLP.

Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continuara se desembocaría un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.

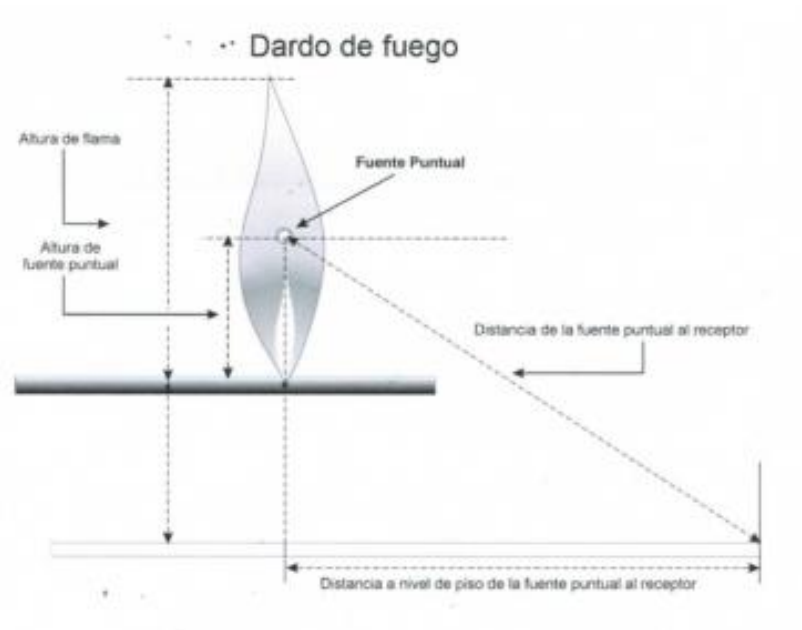


Figura I.23. Características de un dardo de fuego (jetfire).

CHARCOS DE FUEGO ("POOL FIRE")

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables, se forma un charco de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo.

Por evaporación se generan gases inflamables que en contacto con una fuente de calor generan incendio en la superficie del charco de producto. Al incendiarse se producen llamas cuya magnitud depende principalmente del diámetro del charco y del calor de combustión del producto. Este tipo de incendio también puede tener lugar en el interior de un tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.

Para los eventos de Pool Fire, las principales medidas para el control y extinción son el confinamiento del derrame y la aplicación de espuma, ya sea con cámaras de espuma en el caso de tanques de almacenamiento, hidrantes monitores de espuma en áreas de proceso o sistemas de rociadores de espuma con inundación total para casetas de bombas de proceso.

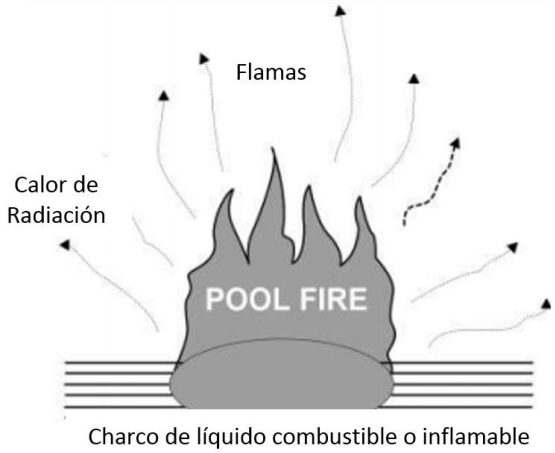


Figura I.24. Características de un charco de fuego (pool fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

Los efectos negativos de éste tipo de evento fundamentalmente son:

- ⇨ La radiación térmica generada por el incendio.
- ⇨ Los efectos de los gases tóxicos generados en la combustión.

MODELOS DE DISPERSIÓN

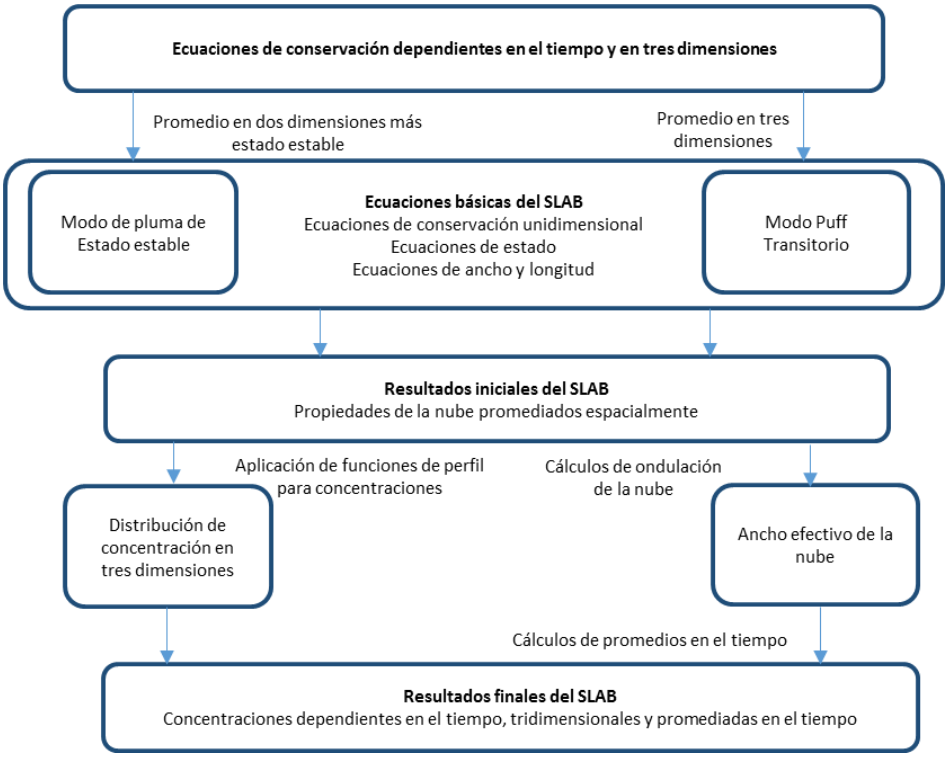
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

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

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

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

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



ONDA DE SOPRESIÓN

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

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

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

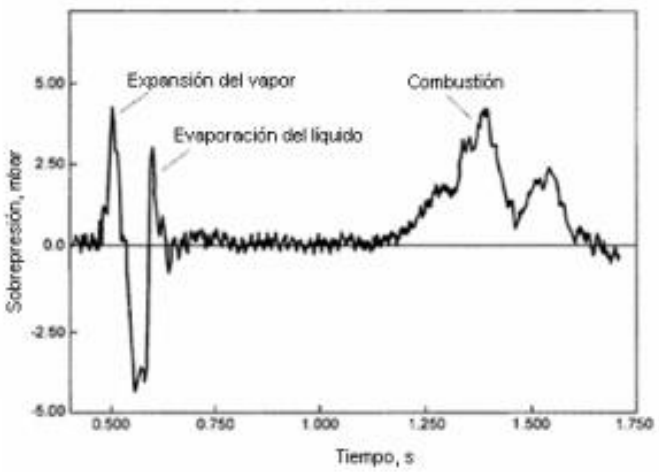


Figura I.25. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

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

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

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

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS

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

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

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas *(Explosión detonante).* Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes *(Explosión deflagrante).*

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.

Los siguientes valores se emplearán como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

$$W_{TNT} = \alpha . W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, α= 0.03 -0.04. Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosione de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

Tabla I.43. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones

Sobrepresión (psi)	Efectos
0.02	Sonido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10 a 15 Hz)
0.03	Fractura de vidrios previamente bajo esfuerzo.
0.04	Ruido fuerte y fractura de vidrio.
0.1	Fractura de ventanas y pequeños vidrios bajo esfuerzo.
0.15	Presión típica de fractura de vidrios.
0.3	Distancia segura (probabilidad de 0.95 de no recibir daño grave) Daño de techos de tejas. Límite de alcance de proyectiles producto de la explosión. Torre de enfriamiento: falla de las mamparas.
0.4	Daño estructural menor y limitado.
0.15 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas. Daño a los marcos de las ventanas.
0.7	Daño menor a la estructura de casas.
1.0	Destrucción parcial de casas, quedan inhabitables.
1 – 2	Asbesto corrugado completamente estrellado, paneles de aluminio o acero, corrugado deformados. Paneles de madera elevados.
1.3	Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados.
2	Colapso parcial de paredes y techos de las casas. Calentador: fracturas de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas y medidores. Filtros: falla de paredes de concreto.
2 – 3	Fractura de paredes de ladrillo.
2.3	Daño estructural serio.
2.5	Destrucción del 50% de paredes de ladrillo.
3	Pocos daños en maquinaria pesada en edificios industriales. Tanque de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (50% llenado.)
3 – 4	Demolición de edificios de estructura de acero.
4	Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible. Reactor químico: partes internas dañadas.
5	Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados. Ventilador: carcaza y cajas dañadas.
5 – 7	Destrucción casi completa de casa
6	Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado)
7	Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados. Reactor catalítico: partes internas dañadas.
7.5	Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
7 – 8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Paredes de ladrillo completamente destruidas

Tabla I.43. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones (Continuación)

Sobrepresión (psi)	Efectos
9	Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe
	Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados
	Reactor químico: unidad destruida
	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
9.5	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida
10	Cambiador de calor: unidad destruida
	Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos
	Destrucción total de edificios
	Daños severos a maquinaria pesada
	Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida
	Transformador eléctrico: unidad destruida
	Ventilador: unidad destruida.
12	Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas
	Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos
	Filtro: unidad destruida
	Reactor catalítico: unidad destruida
	Columna de extracción: unidad destruida
	Turbina de vapor: controles dañados
14	Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe
	Bomba: líneas de fuerza dañadas
	Turbina de vapor: tubería rota
16	Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes
	Recipiente vertical a presión: unidad destruida
20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida
>20	Bomba: unidad se mueve de sus cimientos
	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo
300	Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos
	Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos
	Límite del cráter

1.4.8 ANÁLISIS (EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador ***SCRI – Fuego***.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Aplication of Rifined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

1.4.9 ZONAS DE SALVAGUARDAS.

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para la Planta de Distribución de GLP propiedad de ***SONIGAS, S.A. DE C.V.***, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP, 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:

- 5 kW/m^2 – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m^2 – Zona de Amortiguamiento
- 12.5 kW/m^2 – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

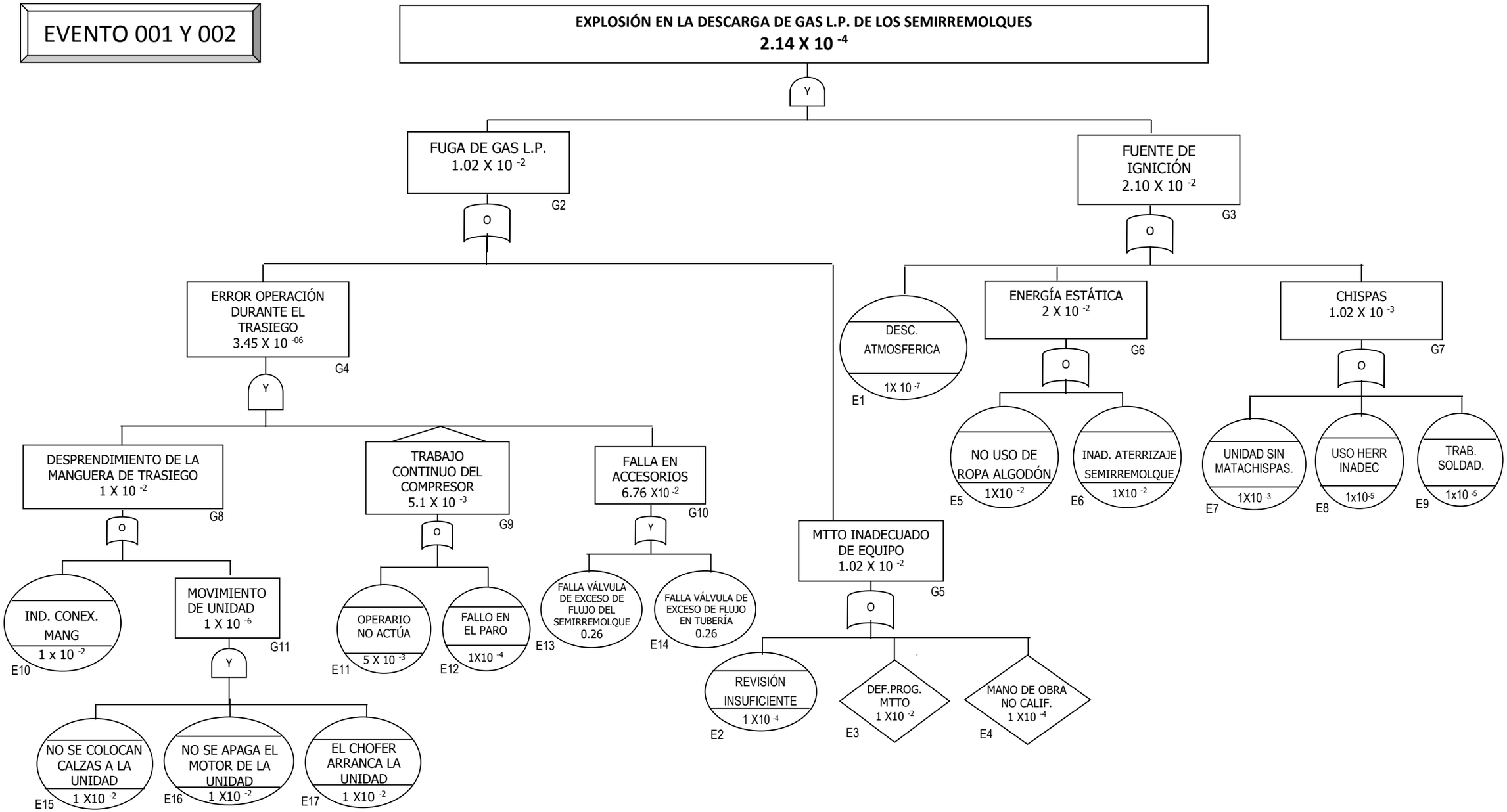
Explosividad

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/plg^2 – Zona de Alto Riesgo.
- 0.5 lb/plg^2 – Zona de Amortiguamiento.
- 3 lb/plg^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10 lb/plg^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

EVENTO 001 Y 002



SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Recepción de semirremolques**
EVENTO:	**Explosión en la descarga de los semirremolques**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga Atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimada
E2	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E3	Deficiencia de programa de mantenimiento	1×10^{-2}	No se realizan adecuados procedimientos de mantenimiento en el área.	Atallah
E4	Mano de obra no calificada	1×10^{-4}	El personal no está calificado para realizar las actividades de mantenimiento.	Rijnmond
E5	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E6	Inadecuado aterrizaje auto-tanque	1×10^{-2}	No se colocaron las pinzas de aterrizaje al semirremolque durante la descarga de gas l.p.	Atallah
E7	Unidad sin matachispas	1×10^{-3}	El semirremolque no cuenta con matachispas.	Lees
E8	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E9	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca del área	Lees
E10	Inadecuada conexión de manguera	1×10^{-2}	El operador no conecta adecuadamente la manguera de la toma al semirremolque	Atallah
E11	Operario no actúa	5×10^{-3}	Error operativo	Manual de AD Swain y HE Guttman
E12	Fallo en el paro	1×10^{-4}	No activa el paro del compresor	Rijnmond
E13	Falla válvula de exceso de flujo del semirremolque	0.26	La válvula de exceso de flujo del semirremolque no cierra	Less
E14	Falla válvula de exceso de flujo en tubería	0.26	La válvula de exceso de flujo de la tubería no cierra	Lees
E15	No se colocan calzas a la unidad	1×10^{-2}	Omisión de procedimiento durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E16	No se apaga el motor de la unidad	1×10^{-2}	Omisión de procedimiento durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E17	El chofer arranca la unidad	1×10^{-2}	El operador no se percata que aún no termina la operación de trasiego de gas l.p. y mueve la unidad	Atallah

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
2	E2 E1 E2 E5 E2 E6 E2 E7 E2 E8 E2 E9 E3 E1 E3 E5 E3 E6 E3 E7 E3 E8 E3 E9 E4 E1 E4 E5 E4 E6 E4 E7 E4 E8 E4 E9 Número de MCS = 18	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en la descarga de semirremolques	1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-7} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-4} 1×10^{-4} 1×10^{-5} 1×10^{-7} 1×10^{-7} 1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-7} 1×10^{-9} 1×10^{-9}
5	E10 E11 E13 E14 E1 E10 E11 E13 E14 E5 E10 E11 E13 E14 E6 E10 E11 E13 E14 E7 E10 E11 E13 E14 E8 E10 E11 E13 E14 E9 E10 E12 E13 E14 E1 E10 E12 E13 E14 E5 E10 E12 E13 E14 E6 E10 E12 E13 E14 E7 E10 E12 E13 E14 E8 E10 E12 E13 E14 E9 Número de MCS = 12	Combinaciones de cinco sucesos que conducen a la explosión en la descarga de semirremolques	3.38×10^{-13} 3.38×10^{-8} 3.38×10^{-8} 3.38×10^{-9} 3.38×10^{-11} 3.38×10^{-11} 6.76×10^{-15} 6.76×10^{-10} 6.76×10^{-10} 6.76×10^{-11} 6.76×10^{-13} 6.76×10^{-13}
7	E15 E16 E17 E11 E13 E14 E1 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E5 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E6 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E7 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E8 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E9 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E1 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E5 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E6 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E7 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E8 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E9 Número de MCS = 12	Combinaciones de siete sucesos que conducen a la explosión en la descarga de semirremolques	3.38×10^{-17} 3.38×10^{-12} 3.38×10^{-12} 3.38×10^{-13} 3.38×10^{-15} 3.38×10^{-15} 6.76×10^{-19} 6.76×10^{-14} 6.76×10^{-14} 6.76×10^{-15} 6.76×10^{-17} 6.76×10^{-17}

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Error de operación durante el trasiego (G4) (c) • Desprendimiento de la manguera de trasiego (G8) (d) ○ Inadecuada conexión manguera (E10) ○ Movimiento de unidad (e) • Trabajo continuo del compresor (G9) (f) • Falla en accesorios (G10)(g) ➢ Mantenimiento inadecuado de equipo (G5)(h)	**1.02×10^{-2}** 3.45×10^{-06} 1×10^{-2} 1×10^{-2} 1×10^{-6} 5.1×10^{-3} 6.76×10^{-2} 1.02×10^{-2}
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (i): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (j) ➢ -Chispas (G7) (k)	**2.10×10^{-2}** 1×10^{-7} 2×10^{-2} 1.02×10^{-3}
TOP (a)(Total)	**2.14×10^{-4}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4+G5

(c) El suceso G4 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos G8, G9 y G10
G4=G8*G9*G10

(d) El suceso G8 se expresa como la suma lógica de suceso intermedio G11 y el suceso básico E10
G8=G11+E10

(e) El suceso G11 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E15, E16 y E17
G11 = E15*E16*E17

(f) El suceso G9 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11 y E12
G9 = E11 + E12

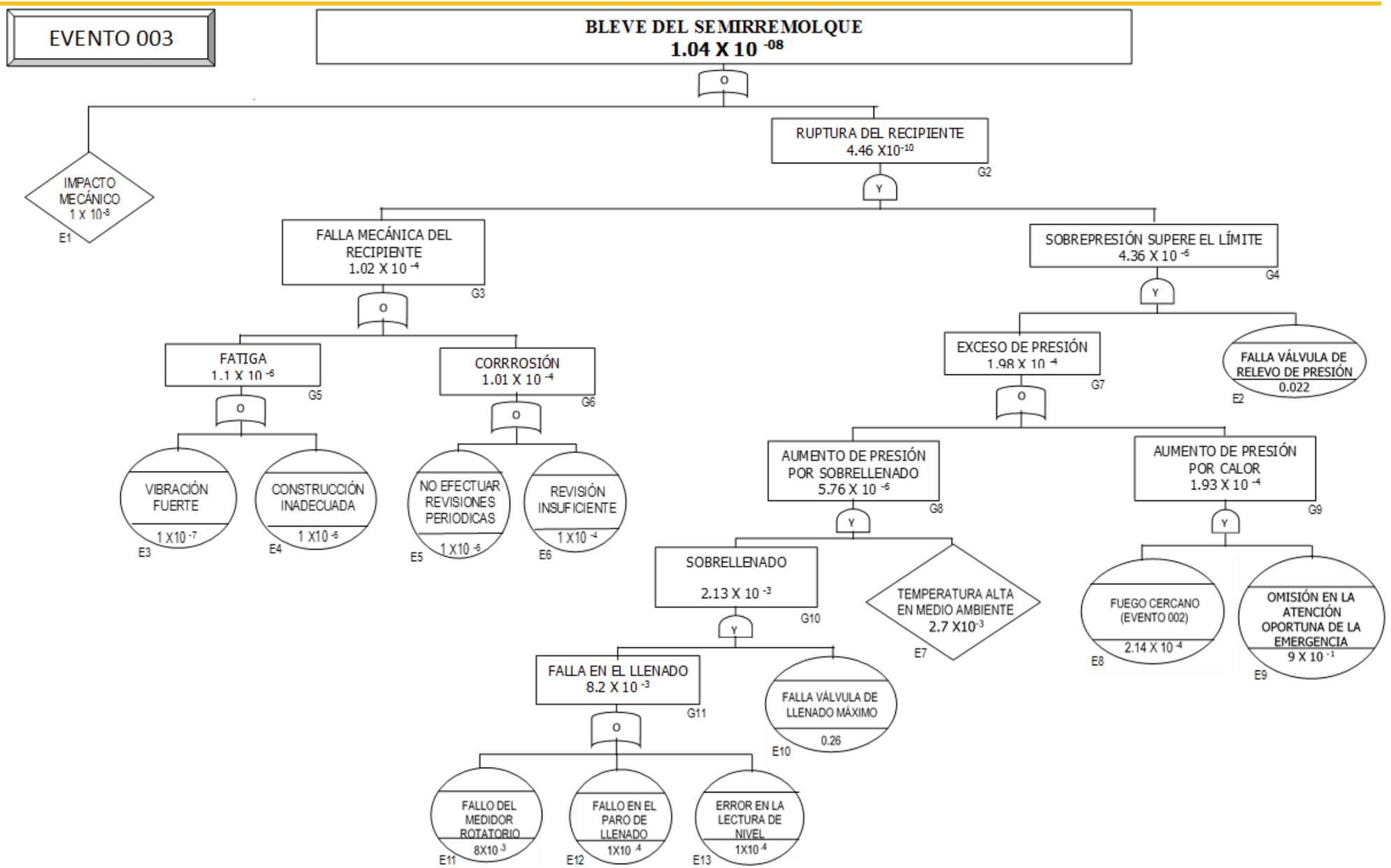
(g) El suceso G10 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E13 y E14
G10 = E13 + E14

(h) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E2, E3 y E4
G5 = E2 + E3 + E4

(i) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3=G6+G7+E1

(j) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E5 y E6
G6= E5 + E6

(k) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E7, E8 y E9
G7= E7, E8 + E9


EVENTO 003
BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE
1.04 X 10 -08
O
IMPACTO MECÁNICO
1 X 10-6
E1
RUPTURA DEL RECIPIENTE
4.46 X10-10
G2
Y
FALLA MECÁNICA DEL RECIPIENTE
1.02 X 10 -4
G3
O
FATIGA
1.1 X 10 -6
G5
O
VIBRACIÓN FUERTE
1 X10 -7
E3
CONSTRUCCIÓN INADECUADA
1 X10 -6
E4
CORRROSIÓN
1.01 X 10 -4
G6
O
NO EFECTUAR REVISIONES PERIODICAS
1 X10 -6
E5
REVISIÓN INSUFICIENTE
1 X10 -4
E6
SOBREPRESIÓN SUPERE EL LÍMITE
4.36 X 10 -6
G4
Y
EXCESO DE PRESIÓN
1.98 X 10 -4
G7
O
AUMENTO DE PRESIÓN POR SOBRELLENADO
5.76 X 10 -6
G8
Y
SOBRELLENADO
2.13 X 10 -3
G10
Y
FALLA EN EL LLENADO
8.2 X 10 -3
G11
O
FALLO DEL MEDIDOR ROTATORIO
8X10 -3
E11
FALLO EN EL PARO DE LLENADO
1X10 -4
E12
ERROR EN LA LECTURA DE NIVEL
1X10 -4
E13
FALLA VÁLVULA DE LLENADO MÁXIMO
0.26
E10
TEMPERATURA ALTA EN MEDIO AMBIENTE
2.7 X10-3
E7
FALLA VÁLVULA DE RELEVO DE PRESIÓN
0.022
E2
AUMENTO DE PRESIÓN POR CALOR
1.93 X 10 -4
G9
Y
FUEGO CERCANO (EVENTO 002)
2.14 X 10 -4
E8
OMISIÓN EN LA ATENCIÓN OPORTUNA DE LA EMERGENCIA
9 X 10 -1
E9

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Recepción de semirremolques**
EVENTO:	**BLEVE del semirremolque**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Impacto mecánico	1×10^{-8}	El semirremolque es golpeado con gran fuerza para causar su ruptura.	Rijmond
E2	Falla válvula de relevo de presión	0.022	La válvula de relevo de presión no alivia la presión suficiente del semirremolque	Lees
E3	Vibración fuerte	1×10^{-7}	Causa externa (sismo, terremoto)	Rijnmond
E4	Construcción inadecuada	1×10^{-6}	El material con el que está elaborado el recipiente no es el adecuado	Rijnmond
E5	No efectuar revisiones periódicas.	1×10^{-6}	El operador no realiza las revisiones suficientes al área de recepción	Rijnmond
E6	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E7	Temperatura alta en medio ambiente	2.7×10^{-3}	Causa externa (Altas temperatura en el municipio donde se ubica la planta)	Estimado
E8	Fuego cercano (Evento 002)	2.14×10^{-4}	Dardo de fuego en el área de recepción	Estimado
E9	Omisión en la atención oportuna de la emergencia	9×10^{-1}	El fuego en el área de recepción no es atendido oportunamente.	Lees
E10	Falla válvula de llenado máximo	0.26	El gas l.p. sobrepasa el límite de máximo llenado	Lees
E11	Fallo del medidor rotatorio	8×10^{-3}	El medidor no indica la cantidad real contenida en el recipiente.	UKAEA. United Kingdom Atomic Energy Authority
E12	Fallo en el paro de llenado	1×10^{-4}	No se detiene el trasiego de gas l.p. aunque ha sobrepasado el 90% de la capacidad del tanque.	Rijnmond
E13	Error en la lectura de nivel	1×10^{-4}	Error operativo.	Rijnmond

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
1	E1 Número de MCS = 1	Combinaciones de un suceso que conducen a la explosión BLEVE del semirremolque	1×10^{-8}
4	E2 E8 E9 E3 E2 E8 E9 E4 E2 E8 E9 E5 E2 E8 E9 E6 Número de MCS = 4	Combinaciones de cuatro sucesos que conducen a la explosión BLEVE del semirremolque.	4.24×10^{-13} 4.24×10^{-12} 4.24×10^{-12} 4.24×10^{-10}
5	E2 E7 E10 E11 E3 E2 E7 E10 E11 E4 E2 E7 E10 E11 E5 E2 E7 E10 E11 E6 E2 E7 E10 E12 E3 E2 E7 E10 E12 E4 E2 E7 E10 E12 E5 E2 E7 E10 E12 E6 E2 E7 E10 E13 E3 E2 E7 E10 E13 E4 E2 E7 E10 E13 E5 E2 E7 E10 E13 E6 Número de MCS = 12	Combinaciones de cinco sucesos que conducen a la explosión BLEVE del semirremolque.	1.24×10^{-14} 1.24×10^{-13} 1.24×10^{-13} 1.24×10^{-11} 1.54×10^{-16} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-13} 1.54×10^{-16} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-13}

Suceso intermedio	Probabilidad
IMPACTO MECÁNICO (E1)	**1×10^{-8}**
RUPTURA DEL RECIPIENTE (G2)(b)	**4.46×10^{-6}**
• Falla mecánica del recipiente (G3)(c)	1.02×10^{-4}
➢ Fatiga (G5)(d)	1.1×10^{-6}
➢ Corrosión (G6)(e)	1.01×10^{-4}
• Sobrepresión supere el límite (G4)(f):	4.36×10^{-6}
➢ Exceso de presión.(G7)(g)	1.98×10^{-4}
❖ Aumento de presión por sobrellenado (G8)(h)	5.76×10^{-6}
○ Sobrellenado (G10)(i)	2.13×10^{-3}
▪ Falla en el llenado (G11)(j)	8.2×10^{-3}
▪ Falla válvula de llenado máximo (E10)	0.26
○ Temperatura alta en medio ambiente (E7)	2.7×10^{-3}
❖ Aumento de presión por calor (G9)(k)	1.93×10^{-4}
➢ Falla válvula de relevo de presión (E2)	0.022
TOP (a)(Total)	**1.04×10^{-8}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como la suma lógica del suceso indefinido E1 y el suceso intermedio G2
TOP=E1 * G2

(b) El suceso G2 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos intermedios G3 y G4
G2=G3 * G4

(c) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G5 y G6
G3 = G5 * G6

(d) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E3 y E4
G5 = E3 + E4

(e) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E5 y E6
G6 = G5 + G6

(f) El suceso G4 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G7 y el suceso básico E2
G4= G7 * E2

(g) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G8 y G9
G7 = G8 + G9

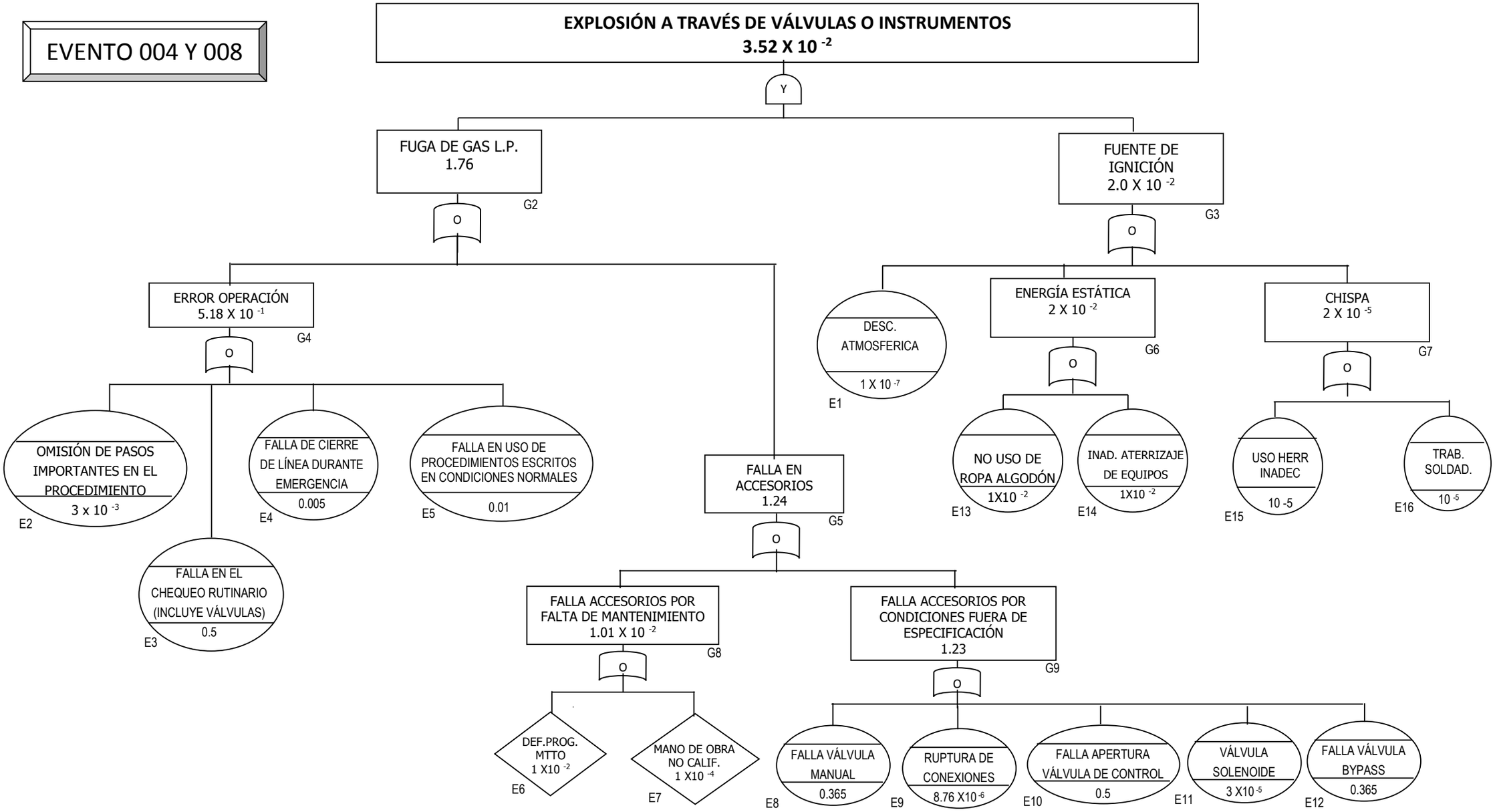
(h) El suceso G8 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G10 y el suceso indefinido E7
G8 = G10 * E7

(i) El suceso G10 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G11 y el suceso básico E10
G10= G11 * E10

(j) El suceso G11 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11, E12 y E13
G11 = E11 + E12 + E13

(k) El suceso G9 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E8 y E9
G9 = E8 * E9

EVENTO 004 Y 008



SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Recepción de semirremolques / llenado de recipientes transportables**
EVENTO:	**Explosión a través de válvulas o instrumentos**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimada
E2	Omisión de pasos importantes en el procedimiento	3×10^{-3}	El operador omite uno o varios de los pasos establecidos en el procedimiento de trasiego.	Rijnmond
E3	Falla en el chequeo rutinario (incluye válvulas)	0.5	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios previamente a la operación.	Swain and Gutmmann
E4	Falla de cierre de línea durante emergencia	0.005	El operador no cierra la válvula de durante una emergencia.	Lees
E5	Falla en uso de procedimientos escritos en condiciones normales	0.01	El operador no realiza adecuadamente o modifica los procedimientos establecidos.	Swain and Gutmmann
E6	Deficiencia de programa de mantenimiento	1×10^{-2}	No se realizan adecuados procedimientos de mantenimiento en el área.	Atallah
E7	Mano de obra no calificada	1×10^{-4}	El personal no está calificado para realizar las actividades de mantenimiento.	Rijnmond
E8	Falla válvula manual	0.365	La válvula manual no se puede abrir o cerrar.	Davis
E9	Ruptura de conexiones	8.76×10^{-6}	Las conexiones entre tubería y accesorios se rompen.	Davis
E10	Falla apertura válvula de control	0.5	La válvula de control no se abre o cierra.	Lees
E11	Válvula solenoide	3×10^{-5}	La válvula solenoide no cierra	Lees
E12	Falla válvula bypass	0.365	La válvula by-pass no abre o cierra.	Davis
E13	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E14	Inadecuado aterrizaje auto-tanque	1×10^{-2}	Los equipos para el trasiego de gas l.p. no están aterrizados correctamente	Atallah
E15	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E16	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca o en el área de suministro.	Lees

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad	Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
2	E2 E1	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	3×10^{-10}	**2**	E7 E1	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	1×10^{-11}
	E2 E13		3×10^{-5}		E7 E13		1×10^{-6}
	E2 E14		3×10^{-5}		E7 E14		1×10^{-6}
	E2 E15		3×10^{-8}		E7 E15		1×10^{-9}
	E2 E16		3×10^{-8}		E7 E16		1×10^{-9}
	E3 E1		5×10^{-8}		E8 E1		3.65×10^{-8}
	E3 E13		5×10^{-3}		E8 E13		3.65×10^{-3}
	E3 E14		5×10^{-3}		E8 E14		3.65×10^{-3}
	E3 E15		5×10^{-6}		E8 E15		3.65×10^{-6}
	E3 E16		5×10^{-6}		E8 E16		3.65×10^{-6}
	E4 E1		5×10^{-10}		E9 E1		8.76×10^{-13}
	E4 E13		5×10^{-5}		E9 E13		8.76×10^{-8}
	E4 E14		5×10^{-5}		E9 E14		8.76×10^{-8}
	E4 E15		5×10^{-8}		E9 E15		8.76×10^{-11}
	E4 E16		5×10^{-8}		E9 E16		8.76×10^{-11}
	E5 E1		1×10^{-9}		E10 E1		5×10^{-8}
	E5 E13		1×10^{-4}		E10 E13		5×10^{-3}
	E5 E14		1×10^{-4}		E10 E14		5×10^{-3}
	E5 E15		1×10^{-7}		E10 E15		5×10^{-6}
	E5 E16		1×10^{-7}		E10 E16		5×10^{-6}
	E6 E1		1×10^{-9}		E11 E1		3×10^{-12}
	E6 E13		1×10^{-4}		E11 E13		3×10^{-7}
	E6 E14		1×10^{-4}		E11 E14		3×10^{-7}
	E6 E15		1×10^{-7}		E11 E15		3×10^{-10}
	E6 E16		1×10^{-7}		E11 E16		3×10^{-10}
					E12 E1		3.65×10^{-8}
					E12 E13		3.65×10^{-3}
					E12 E14		3.65×10^{-3}
					E12 E15		3.65×10^{-6}
					E12 E16		3.65×10^{-6}
					Número de MCS = 55		

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Error de operación (G4) (c) ➢ Falla en accesorios (G5) (d) • Falla accesorios por falta de mantenimiento (G8) (e) • Falla accesorios por condiciones fuera de especificación (G9) (f)	**1.76** 5.18×10^{-1} 1.24 1.01×10^{-2} 1.23
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (i): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (i) ➢ -Chispas (G7) (j)	**2.0×10^{-2}** 1×10^{-7} 2×10^{-2} 2×10^{-5}
TOP (a)(Total)	**3.52×10^{-2}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4+G5

(c) El suceso G4 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E2, E3, E4 y E5
G4=E2+E3+E4+E5

(d) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G8 y G9
G5=G8+G9

(e) El suceso G8 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E6 y E7
G8 = E6+E7

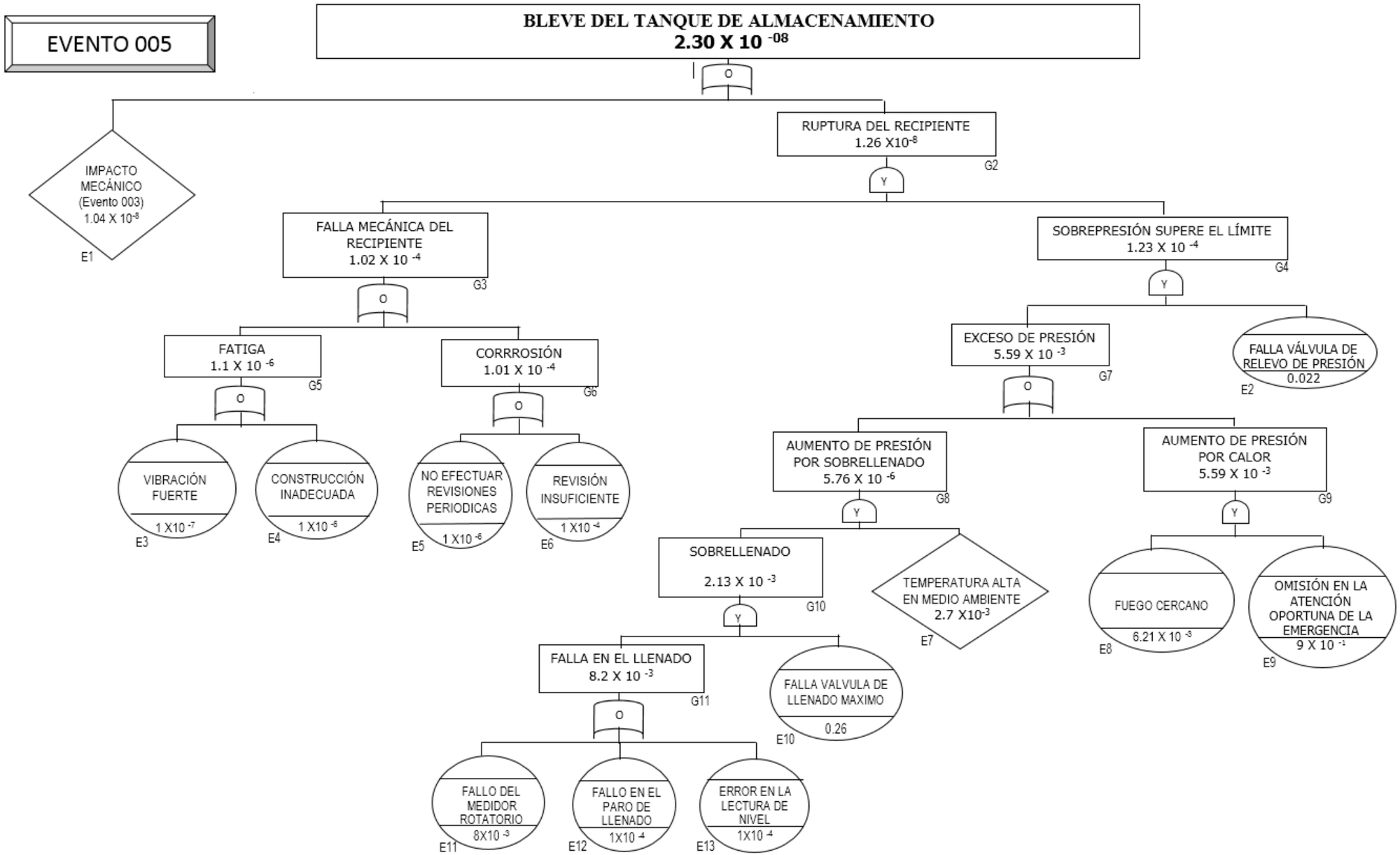
(f) El suceso G9 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E8, E9, E10, E11 y E12
G9 = E8 + E9 + E10 + E11 + E12

(g) El suceso G10 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E13 y E14
G10 = E12 + E13

(h) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3=G6+G7+E1

(i) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E13 y E14
G6= E13 + E14

(j) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E15 y E16
G7= E15 + E16


EVENTO 005
BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
2.30 X 10 -08
O
IMPACTO MECÁNICO (Evento 003) 1.04 X 10-8
E1
RUPTURA DEL RECIPIENTE 1.26 X10-8
G2
Y
FALLA MECÁNICA DEL RECIPIENTE 1.02 X 10 -4
G3
O
FATIGA 1.1 X 10 -6
G5
O
VIBRACIÓN FUERTE 1 X10 -7
E3
CONSTRUCCIÓN INADECUADA 1 X10 -6
E4
CORRROSIÓN 1.01 X 10 -4
G6
O
NO EFECTUAR REVISIONES PERIODICAS 1 X10 -6
E5
REVISIÓN INSUFICIENTE 1 X10 -4
E6
SOBREPRESIÓN SUPERE EL LÍMITE 1.23 X 10 -4
G4
Y
EXCESO DE PRESIÓN 5.59 X 10 -3
G7
O
AUMENTO DE PRESIÓN POR SOBRELLENADO 5.76 X 10 -6
G8
Y
SOBRELLENADO 2.13 X 10 -3
G10
Y
FALLA EN EL LLENADO 8.2 X 10 -3
G11
O
FALLO DEL MEDIDOR ROTATORIO 8X10 -3
E11
FALLO EN EL PARO DE LLENADO 1X10 -4
E12
ERROR EN LA LECTURA DE NIVEL 1X10 -4
E13
FALLA VALVULA DE LLENADO MAXIMO 0.26
E10
TEMPERATURA ALTA EN MEDIO AMBIENTE 2.7 X10-3
E7
FALLA VÁLVULA DE RELEVO DE PRESIÓN 0.022
E2
AUMENTO DE PRESIÓN POR CALOR 5.59 X 10 -3
G9
Y
FUEGO CERCANO 6.21 X 10 -3
E8
OMISIÓN EN LA ATENCIÓN OPORTUNA DE LA EMERGENCIA 9 X 10 -1
E9

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Almacenamiento de gas l.p.**
EVENTO:	**BLEVE del tanque de almacenamiento**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Impacto mecánico (Evento 003)	1.04×10^{-8}	El tanque de almacenamiento es golpeado con gran fuerza por un fragmento de la BLEVE del semirremolque	Estimado
E2	Falla válvula de relevo de presión	0.022	La válvula de relevo de presión no alivia la presión suficiente del tanque de almacenamiento	Lees
E3	Vibración fuerte	1×10^{-7}	Causa externa (sismo, terremoto)	Rijnmond
E4	Construcción inadecuada	1×10^{-6}	El material con el que está elaborado el recipiente no es el adecuado	Rijnmond
E5	No efectuar revisiones periódicas	1×10^{-6}	El operador no realiza las revisiones suficientes al área de almacenamiento	Rijnmond
E6	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E7	Temperatura alta en medio ambiente	2.7×10^{-3}	Causa externa (Altas temperatura en el municipio donde se ubica la planta)	Estimado
E8	Fuego cercano	6.21×10^{-3}	Fuego en áreas internas de la planta (recepción, suministro, muelle de llenado)	Rijnmond
E9	Omisión en la atención oportuna de la emergencia	9×10^{-1}	El fuego cercano no es atendido oportunamente.	Lees
E10	Falla válvula de llenado máximo	0.26	El gas l.p. sobrepasa el límite de máximo llenado	Lees
E11	Fallo del medidor rotatorio	8×10^{-3}	El medidor no indica la cantidad real contenida en el recipiente.	UKAEA. United Kingdom Atomic Energy Authority
E12	Fallo en el paro de llenado	1×10^{-4}	No se detiene el trasiego de gas l.p. aunque ha sobrepasado el 90% de la capacidad del tanque.	Rijnmond
E13	Error en la lectura de nivel	1×10^{-4}	Error operativo.	Rijnmond

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
1	E1 Número de MCS = 1	Combinaciones de un suceso que conducen a la explosión BLEVE del tanque de almacenamiento	1.04×10^{-8}
4	E2 E8 E9 E3 E2 E8 E9 E4 E2 E8 E9 E5 E2 E8 E9 E6 Número de MCS = 4	Combinaciones de cuatro sucesos que conducen a la explosión BLEVE del tanque de almacenamiento	1.23×10^{-10} 1.23×10^{-8} 3.32×10^{-7} 7.64×10^{-7}
5	E2 E7 E10 E11 E3 E2 E7 E10 E11 E4 E2 E7 E10 E11 E5 E2 E7 E10 E11 E6 E2 E7 E10 E12 E3 E2 E7 E10 E12 E4 E2 E7 E10 E12 E5 E2 E7 E10 E12 E6 E2 E7 E10 E13 E3 E2 E7 E10 E13 E4 E2 E7 E10 E13 E5 E2 E7 E10 E13 E6 Número de MCS = 12	Combinaciones de cinco sucesos que conducen a la explosión BLEVE del tanque de almacenamiento	1.24×10^{-13} 1.24×10^{-11} 3.34×10^{-10} 7.67×10^{-10} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-13} 4.17×10^{-12} 9.59×10^{-12} 1.54×10^{-15} 1.54×10^{-13} 4.17×10^{-12} 9.59×10^{-12}

Suceso intermedio	Probabilidad
IMPACTO MECÁNICO (BLEVE del semirremolque) (E1)	**1.04×10^{-8}**
RUPTURA DEL RECIPIENTE (G2) • Falla mecánica del recipiente (G3)(c) ➢ Fatiga (G5)(d) ➢ Corrosión (G6)(e) • Sobrepresión supere el límite (G4)(f): ➢ Exceso de presión.(G7)(g) ❖ Aumento de presión por sobrellenado (G8)(h) ○ Sobrellenado (G10) (i) ▪ Falla en el llenado (G11)(j) ▪ Falla válvula de llenado máximo (E10) ○ Temperatura alta en medio ambiente (E7) ❖ Aumento de presión por calor (G9)(k) ➢ Falla válvula de relevo de presión (E2)	**1.26×10^{-8}** 1.02×10^{-4} 1.1×10^{-6} 1.01×10^{-4} 1.23×10^{-6} 5.59×10^{-3} 5.76×10^{-6} 2.13×10^{-3} 8.2×10^{-3} 0.26 2.7×10^{-3} 5.59×10^{-3} 0.022
TOP (a)(Total)	**2.30×10^{-8}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como la suma lógica del suceso indefinido E1 y el suceso intermedio G2
TOP=E1 * G2

(b) El suceso G2 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos intermedios G3 y G4
G2=G3 * G4

(c) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G5 y G6
G3 = G5 * G6

(d) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E3 y E4
G5 = E3 + E4

(e) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E5 y E6
G6 = G5 + G6

(f) El suceso G4 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G7 y el suceso básico E2
G4= G7 * E2

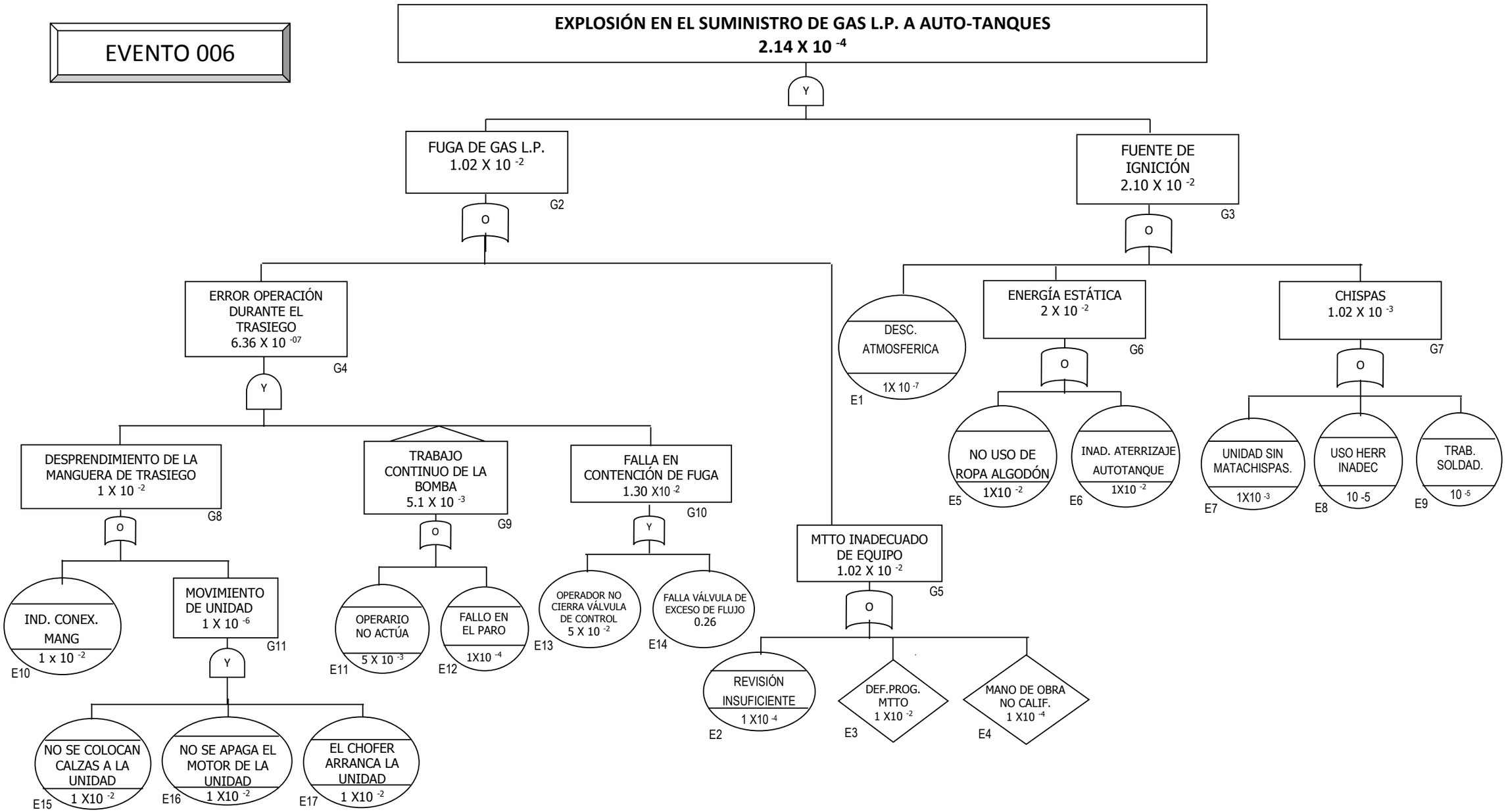
(g) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G8 y G9
G7 = G8 + G9

(h) El suceso G8 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G10 y el suceso indefinido E7
G8 = G10 * E7

(i) El suceso G10 se expresa como la multiplicación lógica del suceso intermedio G11 y el suceso básico E10
G10= G11 * E10

(j) El suceso G11 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11, E12 y E13
G11 = E11 + E12 + E13

(k) El suceso G9 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E8 y E9
G9 = E8 * E9


EVENTO 006
EXPLOSIÓN EN EL SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES
2.14 X 10 -4
Y
FUGA DE GAS L.P.
1.02 X 10 -2
G2
O
FUENTE DE IGNICIÓN
2.10 X 10 -2
G3
O
ERROR OPERACIÓN DURANTE EL TRASIEGO
6.36 X 10 -07
G4
Y
DESC. ATMOSFERICA
1X 10 -7
E1
ENERGÍA ESTÁTICA
2 X 10 -2
G6
O
CHISPAS
1.02 X 10 -3
G7
O
NO USO DE ROPA ALGODÓN
1X10 -2
E5
INAD. ATERRIZAJE AUTOTANQUE
1X10 -2
E6
UNIDAD SIN MATACHISPAS.
1X10 -3
E7
USO HERR INADEC
10 -5
E8
TRAB. SOLDAD.
10 -5
E9
DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO
1 X 10 -2
G8
O
TRABAJO CONTINUO DE LA BOMBA
5.1 X 10 -3
G9
O
FALLA EN CONTENCIÓN DE FUGA
1.30 X10 -2
G10
Y
MTTO INADECUADO DE EQUIPO
1.02 X 10 -2
G5
O
IND. CONEX. MANG
1 x 10 -2
E10
MOVIMIENTO DE UNIDAD
1 X 10 -6
G11
Y
OPERARIO NO ACTÚA
5 X 10 -3
E11
FALLO EN EL PARO
1X10 -4
E12
OPERADOR NO CIERRA VÁLVULA DE CONTROL
5 X 10 -2
E13
FALLA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO
0.26
E14
REVISIÓN INSUFICIENTE
1 X10 -4
E2
DEF.PROG. MTTO
1 X10 -2
E3
MANO DE OBRA NO CALIF.
1 X10 -4
E4
NO SE COLOCAN CALZAS A LA UNIDAD
1 X10 -2
E15
NO SE APAGA EL MOTOR DE LA UNIDAD
1 X10 -2
E16
EL CHOFER ARRANCA LA UNIDAD
1 X10 -2
E17

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Suministro de gas l.p. a auto-tanques y carburación de auto-abasto**
EVENTO:	**Explosión en el suministro de gas l.p. a auto-tanques**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga Atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimada
E2	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E3	Deficiencia de programa de mantenimiento	1×10^{-2}	No se realizan adecuados procedimientos de mantenimiento en el área.	Atallah
E4	Mano de obra no calificada	1×10^{-4}	El personal no está calificado para realizar las actividades de mantenimiento.	Rijnmond
E5	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E6	Inadecuado aterrizaje auto-tanque	1×10^{-2}	No se colocaron las pinzas de aterrizaje para el auto-tanque durante el suministro de gas l.p.	Atallah
E7	Unidad sin matachispas	1×10^{-3}	El auto-tanque no cuenta con matachispas.	Lees
E8	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E9	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca o en el área de suministro.	Lees
E10	Inadecuada conexión de manguera	1×10^{-2}	El operador no conecta adecuadamente la manguera de la toma al auto-tanque.	Atallah
E11	Operario no actúa	5×10^{-3}	Error operativo	Manual de AD Swain y HE Guttman
E12	Fallo en el paro	1×10^{-4}	No activa el paro de la bomba	Rijnmond
E13	Operador no cierra válvula de control	5×10^{-2}	Omisión de procedimiento durante el trasiego de gas l.p.	Manual de AD Swain y HE Guttman
E14	Falla válvula de exceso de flujo	0.26	La válvula de exceso de flujo de la tubería no cierra	Lees
E15	No se colocan calzas a la unidad	1×10^{-2}	Omisión de procedimiento durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E16	No se apaga el motor de la unidad	1×10^{-2}	Omisión de procedimiento durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E17	El chofer arranca la unidad	1×10^{-2}	El operador no se percata que aún no termina la operación de trasiego de gas l.p. y mueve la unidad	Atallah

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad	Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
2	E2 E1 E2 E5 E2 E6 E2 E7 E2 E8 E2 E9 E3 E1 E3 E5 E3 E6 E3 E7 E3 E8 E3 E9 E4 E1 E4 E5 E4 E6 E4 E7 E4 E8 E4 E9 Número de MCS = 18	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-7} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-4} 1×10^{-4} 1×10^{-5} 1×10^{-7} 1×10^{-7} 1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-7} 1×10^{-9} 1×10^{-9}	**7**	E15 E16 E17 E11 E13 E14 E1 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E5 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E6 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E7 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E8 E15 E16 E17 E11 E13 E14 E9 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E1 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E5 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E6 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E7 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E8 E15 E16 E17 E12 E13 E14 E9 Número de MCS = 12	Combinaciones de siete sucesos que conducen a la explosión en el área suministro	6.5×10^{-18} 6.5×10^{-13} 6.5×10^{-13} 6.5×10^{-14} 6.5×10^{-16} 6.5×10^{-16} 1.3×10^{-19} 1.3×10^{-14} 1.3×10^{-14} 1.3×10^{-15} $1.3 \times 10^{-171e-7}$ 1.3×10^{-17}
5	E10 E11 E13 E14 E1 E10 E11 E13 E14 E5 E10 E11 E13 E14 E6 E10 E11 E13 E14 E7 E10 E11 E13 E14 E8 E10 E11 E13 E14 E9 E10 E12 E13 E14 E1 E10 E12 E13 E14 E5 E10 E12 E13 E14 E6 E10 E12 E13 E14 E7 E10 E12 E13 E14 E8 E10 E12 E13 E14 E9 Número de MCS = 12	Combinaciones de cinco sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	6.5×10^{-14} 6.5×10^{-9} 6.5×10^{-9} 6.5×10^{-10} 6.5×10^{-12} 6.5×10^{-12} 1.3×10^{-15} 1.3×10^{-10} 1.3×10^{-10} 1.3×10^{-11} 1.3×10^{-13} 1.3×10^{-13}				

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Error de operación durante el trasiego (G4) (c) • Desprendimiento de la manguera de trasiego (G8) (d) ○ Inadecuada conexión manguera (E10) ○ Movimiento de unidad (e) • Trabajo continuo de la bomba (G9) (f) • Falla en contención de fuga (G10)(g) ➢ Mantenimiento inadecuado de equipo (G5)(h)	**1.02×10^{-2}** 6.36×10^{-6} 1×10^{-2} 1×10^{-2} 1×10^{-6} 5.1×10^{-3} 1.30×10^{-2} 1.02×10^{-2}
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (i): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (j) ➢ -Chispas (G7) (k)	**2.10×10^{-2}** 1×10^{-7} 2×10^{-2} 1.02×10^{-3}
TOP (a)(Total)	**2.14×10^{-4}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4+G5

(c) El suceso G4 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos G8, G9 y G10
G4=G8*G9*G10

(d) El suceso G8 se expresa como la suma lógica de suceso intermedio G11 y el suceso básico E10
G8=G11+E10

(e) El suceso G11 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E15, E16 y E17
G11 = E15*E16*E17

(f) El suceso G9 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11 y E12
G9 = E11 + E12

(g) El suceso G10 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos básicos E13 y E14
G10 = E13 + E14

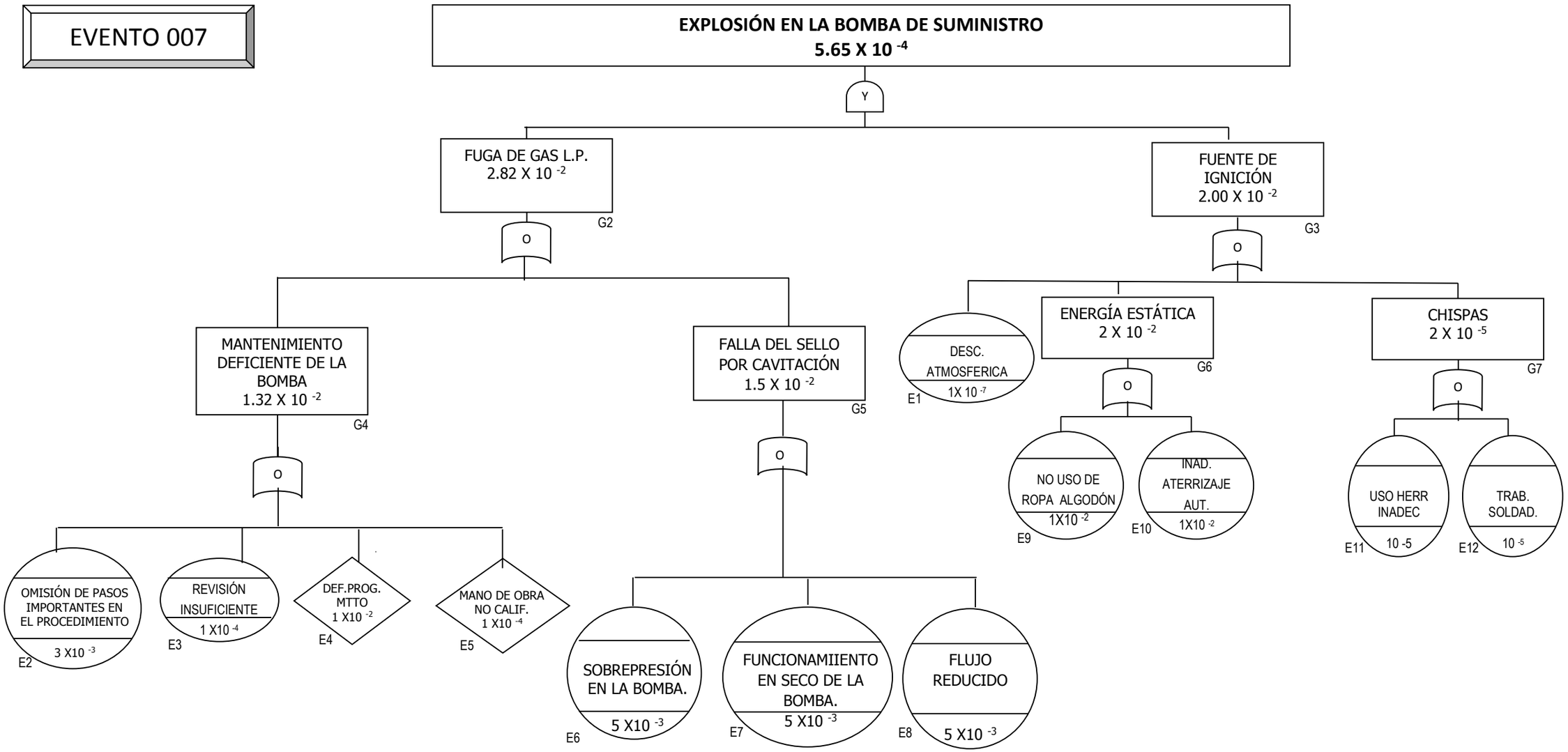
(h) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E2, E3 y E4
G5 = E2 + E3 + E4

(i) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3=G6+G7+E1

(j) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E5 y E6
G6= E5 + E6

(k) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E7, E8 y E9
G7= E7, E8 + E9

EVENTO 007


EXPLOSIÓN EN LA BOMBA DE SUMINISTRO
5.65 X 10 -4
Y
FUGA DE GAS L.P.
2.82 X 10 -2
G2
O
MANTENIMIENTO DEFICIENTE DE LA BOMBA
1.32 X 10 -2
G4
O
OMISIÓN DE PASOS IMPORTANTES EN EL PROCEDIMIENTO
3 X10 -3
E2
REVISIÓN INSUFICIENTE
1 X10 -4
E3
DEF.PROG. MTTO
1 X10 -2
E4
MANO DE OBRA NO CALIF.
1 X10 -4
E5
FALLA DEL SELLO POR CAVITACIÓN
1.5 X 10 -2
G5
O
SOBREPRESIÓN EN LA BOMBA.
5 X10 -3
E6
FUNCIONAMIIENTO EN SECO DE LA BOMBA.
5 X10 -3
E7
FLUJO REDUCIDO
5 X10 -3
E8
FUENTE DE IGNICIÓN
2.00 X 10 -2
G3
O
DESC. ATMOSFERICA
1X 10 -7
E1
ENERGÍA ESTÁTICA
2 X 10 -2
G6
O
NO USO DE ROPA ALGODÓN
1X10 -2
E9
INAD. ATERRIZAJE AUT.
1X10 -2
E10
CHISPAS
2 X 10 -5
G7
O
USO HERR INADEC
10 -5
E11
TRAB. SOLDAD.
10 -5
E12

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Suministro de gas l.p. a auto-tanques y carburación de auto-abasto**
EVENTO:	**Explosión en la bomba de suministro**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga Atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimado
E2	Omisión de pasos importantes en el procedimiento	3×10^{-3}	El operador no realiza todos los procedimientos de mantenimiento	Less
E3	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E4	Deficiencia de programa de mantenimiento	1×10^{-2}	No se realizan adecuados procedimientos de mantenimiento en el área.	Atallah
E5	Mano de obra no calificada	1×10^{-4}	El personal no está calificado para realizar las actividades de mantenimiento.	Rijnmond
E6	Sobrepresión en la bomba	5×10^{-3}	Aumento de presión en la bomba de suministro	Manual de AD Swain y HE Guttman
E7	Funcionamiento en seco de la bomba	5×10^{-3}	No hay flujo de gas l.p. y la bomba está funcionando	Manual de AD Swain y HE Guttman
E8	Flujo reducido	5×10^{-3}	Disminuye el flujo de gas l.p.	Manual de AD Swain y HE Guttman
E9	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E10	Inadecuado aterrizaje auto-tanque	1×10^{-2}	No se colocaron las pinzas de aterrizaje para el auto-tanque durante el suministro de gas l.p.	Atallah
E11	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E12	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca o en el área de suministro.	Lees

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad	Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
2	E2 E1 E2 E9 E2 E10 E2 E11 E2 E12 E3 E1 E3 E9 E3 E10 E3 E11 E3 E12 E4 E1 E4 E9 E4 E10 E4 E11 E4 E12 E5 E1 E5 E9 E5 E10 E5 E11 E5 E12	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	3×10^{-10} 3×10^{-5} 3×10^{-5} 3×10^{-8} 3×10^{-8} 1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-9} 1×10^{-4} 1×10^{-4} 1×10^{-7} 1×10^{-7} 1×10^{-11} 1×10^{-6} 1×10^{-6} 1×10^{-9} 1×10^{-9}	**2**	E6 E1 E6 E9 E6 E10 E6 E11 E6 E12 E7 E1 E7 E9 E7 E10 E7 E11 E7 E12 E8 E1 E8 E9 E8 E10 E8 E11 E8 E12 Número de MCS = 35	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en el área de suministro	5×10^{-10} 5×10^{-5} 5×10^{-5} 5×10^{-8} 5×10^{-8} 5×10^{-10} 5×10^{-5} 5×10^{-5} 5×10^{-8} 5×10^{-8} 5×10^{-10} 5×10^{-5} 5×10^{-5} 5×10^{-8} 5×10^{-8}

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Mantenimiento deficiente de la bomba(G4)(c) ➢ Falla del sello por cavitación (G5)(d)	**2.82 x 10^{-2}** 1.32 x 10^{-2} 1.5 x 10^{-2}
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (e): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (f) ➢ -Chispas (G7) (g)	**2.00 x 10^{-2}** 1 x 10^{-7} 2 x 10^{-2} 2 x 10^{-5}
TOP (a)(Total)	**5.65 x 10^{-4}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4+G5

(c) El suceso G4 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E2, E3, E4 y E5
G4=E2 +E3 + E4 + E5

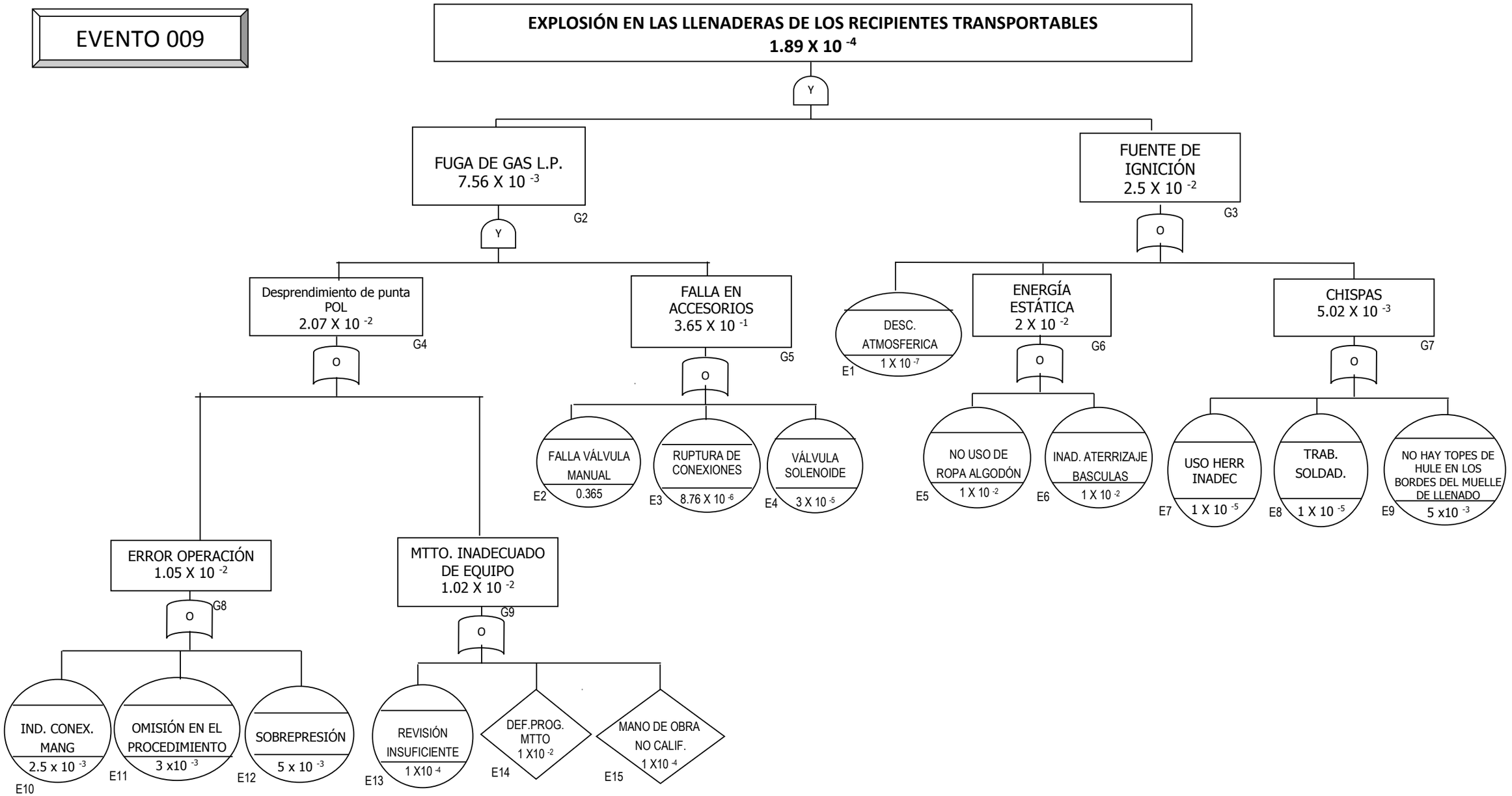
(d) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E6, E7 y E8
G5 = E6 + E7 + E8

(e) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3=G6+G7+E1

(f) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E9 y E10
G6= E9 + E10

(g) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11 y E12
G7= E11 + E12

EVENTO 009


EXPLOSIÓN EN LAS LLENADERAS DE LOS RECIPIENTES TRANSPORTABLES
1.89 X 10 -4
Y
FUGA DE GAS L.P.
7.56 X 10 -3
G2
Y
Desprendimiento de punta POL
2.07 X 10 -2
G4
O
ERROR OPERACIÓN
1.05 X 10 -2
G8
O
IND. CONEX. MANG
2.5 x 10 -3
E10
OMISIÓN EN EL PROCEDIMIENTO
3 x10 -3
E11
SOBREPRESIÓN
5 x 10 -3
E12
MTTO. INADECUADO DE EQUIPO
1.02 X 10 -2
G9
O
REVISIÓN INSUFICIENTE
1 X10 -4
E13
DEF.PROG. MTTO
1 X10 -2
E14
MANO DE OBRA NO CALIF.
1 X10 -4
E15
FALLA EN ACCESORIOS
3.65 X 10 -1
G5
O
FALLA VÁLVULA MANUAL
0.365
E2
RUPTURA DE CONEXIONES
8.76 X 10 -6
E3
VÁLVULA SOLENOIDE
3 X 10 -5
E4
FUENTE DE IGNICIÓN
2.5 X 10 -2
G3
O
DESC. ATMOSFERICA
1 X 10 -7
E1
ENERGÍA ESTÁTICA
2 X 10 -2
G6
O
NO USO DE ROPA ALGODÓN
1 X 10 -2
E5
INAD. ATERRIZAJE BASCULAS
1 X 10 -2
E6
CHISPAS
5.02 X 10 -3
G7
O
USO HERR INADEC
1 X 10 -5
E7
TRAB. SOLDAD.
1 X 10 -5
E8
NO HAY TOPES DE HULE EN LOS BORDES DEL MUELLE DE LLENADO
5 x10 -3
E9

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Llenado de recipientes transportables**
EVENTO:	**Explosión en las llenaderas de los recipientes transportables**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga Atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimado
E2	Falla válvula manual	0.365	La válvula manual no cierra	Davis
E3	Ruptura de conexiones	8.76×10^{-6}	Derrame o ruptura	Davis
E4	Válvula solenoide	3×10^{-5}	La válvula solenoide no cierra	Lees
E5	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E6	Inadecuado aterrizaje basculas	1×10^{-2}	No se colocaron las pinzas de aterrizaje para el semirremolque durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E7	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E8	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca o en el área de suministro.	Lees
E9	No hay topes de hule en los bordes del muelle de llenado	3×10^{-3}	Los bordes donde se realiza las carga y descarga de recipientes transportables no tiene topes de hule	Lees
E10	Inadecuada conexión de manguera	2.5×10^{-3}	El operador no conecta adecuadamente la manguera de la toma al semirremolque	Atallah
E11	Omisión en el procedimiento	3×10^{-3}	Operador no realiza los procedimientos completos para el trasiego de gas l.p.	Lees
E12	Sobrepresión	5×10^{-3}	Hay sobrepresión en el recipiente transportable durante el trasiego de gas l.p.	Manual de AD Swain y HE Guttman
E13	Revisión insuficiente	1×10^{-4}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Rijnmond
E14	Deficiencia de programa de mantenimiento	1×10^{-2}	No se realizan adecuados procedimientos de mantenimiento en el área.	Atallah
E15	Mano de obra no calificada	1×10^{-4}	El personal no está calificado para realizar las actividades de mantenimiento.	Rijnmond

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad	Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
3	E10 E2 E1	Combinaciones de tres sucesos que conducen a la explosión en el llenado de recipientes transportables	9.13×10^{-11}	**3**	E12 E2 E1	Combinaciones de tres sucesos que conducen a la explosión en el llenado de recipientes transportables	1.83×10^{-10}
	E10 E2 E5		9.13×10^{-6}		E12 E2 E5		1.83×10^{-5}
	E10 E2 E6		9.13×10^{-6}		E12 E2 E6		1.83×10^{-5}
	E10 E2 E7		9.13×10^{-9}		E12 E2 E7		1.83×10^{-8}
	E10 E2 E8		9.13×10^{-9}		E12 E2 E8		1.83×10^{-8}
	E10 E2 E9		2.74×10^{-6}		E12 E2 E9		5.48×10^{-6}
	E10 E3 E1		2.19×10^{-15}		E12 E3 E1		4.38×10^{-15}
	E10 E3 E5		2.19×10^{-10}		E12 E3 E5		4.38×10^{-10}
	E10 E3 E6		2.19×10^{-10}		E12 E3 E6		4.38×10^{-10}
	E10 E3 E7		2.19×10^{-13}		E12 E3 E7		4.38×10^{-13}
	E10 E3 E8		2.19×10^{-13}		E12 E3 E8		4.38×10^{-13}
	E10 E3 E9		2.19×10^{-11}		E12 E3 E9		1.31×10^{-10}
	E10 E4 E1		7.5×10^{-15}		E12 E4 E1		1.5×10^{-14}
	E10 E4 E5		7.5×10^{-10}		E12 E4 E5		1.5×10^{-9}
	E10 E4 E6		7.5×10^{-10}		E12 E4 E6		1.5×10^{-9}
	E10 E4 E7		7.5×10^{-13}		E12 E4 E7		1.5×10^{-12}
	E10 E4 E8		7.5×10^{-13}		E12 E4 E8		1.5×10^{-12}
	E10 E4 E9		2.25×10^{-10}		E12 E4 E9		4.5×10^{-10}
	E11 E2 E1		1.1×10^{-10}		E13 E2 E1		3.65×10^{-12}
	E11 E2 E5		1.1×10^{-5}		E13 E2 E5		3.65×10^{-7}
	E11 E2 E6		1.1×10^{-5}		E13 E2 E6		3.65×10^{-74}
	E11 E2 E7		1.1×10^{-8}		E13 E2 E7		3.65×10^{-10}
	E11 E2 E8		1.1×10^{-8}		E13 E2 E8		3.65×10^{-10}
	E11 E2 E9		3.29×10^{-6}		E13 E2 E9		1.10×10^{-7}
	E11 E3 E1		2.63×10^{-15}		E13 E3 E1		8.76×10^{-17}
	E11 E3 E5		2.63×10^{-10}		E13 E3 E5		8.76×10^{-12}
	E11 E3 E6		2.63×10^{-10}		E13 E3 E6		8.76×10^{-12}
	E11 E3 E7		2.63×10^{-13}		E13 E3 E7		8.76×10^{-15}
	E11 E3 E8		2.63×10^{-13}		E13 E3 E8		8.76×10^{-15}
	E11 E3 E9		7.88×10^{-11}		E13 E3 E9		2.63×10^{-12}
	E11 E4 E1		9×10^{-15}		E13 E4 E1		3×10^{-16}
	E11 E4 E5		9×10^{-10}		E13 E4 E5		3×10^{-11}
	E11 E4 E6		9×10^{-10}		E13 E4 E6		3×10^{-11}
	E11 E4 E7		9×10^{-13}		E13 E4 E7		3×10^{-14}
	E11 E4 E8		9×10^{-13}		E13 E4 E8		3×10^{-14}
	E11 E4 E9		2.7×10^{-10}		E13 E4 E9		9×10^{-12}

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad	Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
3	E14 E2 E1	Combinaciones de tres sucesos que conducen a la explosión en el área de llenado de recipientes transportables	3.65×10^{-10}	3	E15 E2 E1	Combinaciones de tres sucesos que conducen a la explosión en el área de llenado de recipientes transportables	3.65×10^{-12}
	E14 E2 E5		3.65×10^{-5}		E15 E2 E5		3.65×10^{-7}
	E14 E2 E6		3.65×10^{-5}		E15 E2 E6		3.65×10^{-7}
	E14 E2 E7		3.65×10^{-8}		E15 E2 E7		3.65×10^{-10}
	E14 E2 E8		3.65×10^{-8}		E15 E2 E8		3.65×10^{-10}
	E14 E2 E9		1.10×10^{-5}		E15 E2 E9		1.10×10^{-7}
	E14 E3 E1		8.76×10^{-15}		E15 E3 E1		8.76×10^{-17}
	E14 E3 E5		8.76×10^{-10}		E15 E3 E5		8.76×10^{-12}
	E14 E3 E6		8.76×10^{-10}		E15 E3 E6		8.76×10^{-12}
	E14 E3 E7		8.76×10^{-13}		E15 E3 E7		8.76×10^{-15}
	E14 E3 E8		8.76×10^{-13}		E15 E3 E8		8.76×10^{-15}
	E14 E3 E9		2.63×10^{-10}		E15 E3 E9		2.63×10^{-12}
	E14 E4 E1		3×10^{-14}		E15 E4 E1		3×10^{-16}
	E14 E4 E5		3×10^{-9}		E15 E4 E5		3×10^{-11}
	E14 E4 E6		3×10^{-9}		E15 E4 E6		3×10^{-11}
	E14 E4 E7		3×10^{-12}		E15 E4 E7		3×10^{-14}
	E14 E4 E8		3×10^{-12}		E15 E4 E8		3×10^{-14}
	E14 E4 E9		9×10^{-10}		E15 E4 E9		9×10^{-12}
					Número de MCS = 108		

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Desprendimiento de punta POL (G4) (c) • Error operación (G8) (d) • Mtto inadecuado de equipo (G9) (e) ➢ Falla en accesorios (G5)(f)	**7.56×10^{-3}** 2.07×10^{-2} 1.05×10^{-2} 1.02×10^{-5} 3.65×10^{-1}
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (g): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (h) ➢ -Chispas (G7) (i)	**2.5×10^{-2}** 1×10^{-7} 2×10^{-2} 5.02×10^{-3}
TOP (a)(Total)	**1.89×10^{-4}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la multiplicación lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4 * G5

(c) El suceso G4 se expresa como la suma lógica de los sucesos G8 y G9
G4=G8+G9

(d) El suceso G8 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E10, E11 y E12
G8 = E10+E11+E12

(e) El suceso G9 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E14 y E15
G9 = E13 + E14 + E15

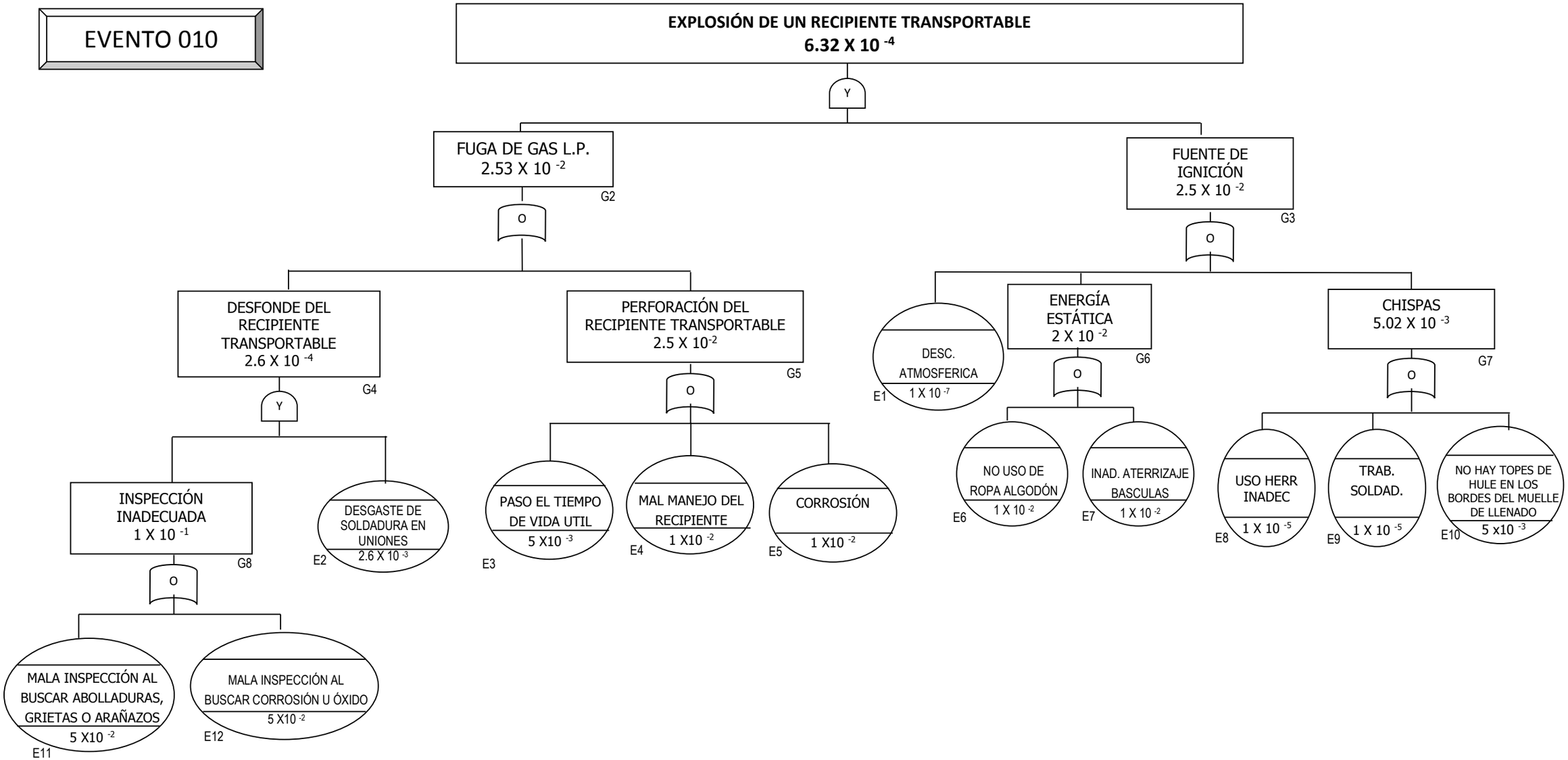
(f) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E2, E3 y E4
G5 = E2 + E3 + E4

(g) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3=G6+G7+E1

(h) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E5 y E6
G6= E5 + E6

(i) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E7, E8 y E9
G7= E7 + E8 + E9

EVENTO 010


EXPLOSIÓN DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE
6.32 X 10 -4
Y
FUGA DE GAS L.P.
2.53 X 10 -2
G2
O
FUENTE DE IGNICIÓN
2.5 X 10 -2
G3
O
DESFONDE DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE
2.6 X 10 -4
G4
Y
PERFORACIÓN DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE
2.5 X 10-2
G5
O
DESC. ATMOSFERICA
1 X 10 -7
E1
ENERGÍA ESTÁTICA
2 X 10 -2
G6
O
CHISPAS
5.02 X 10 -3
G7
O
INSPECCIÓN INADECUADA
1 X 10 -1
G8
DESGASTE DE SOLDADURA EN UNIONES
2.6 X 10 -3
E2
PASO EL TIEMPO DE VIDA UTIL
5 X10 -3
E3
MAL MANEJO DEL RECIPIENTE
1 X10 -2
E4
CORROSIÓN
1 X10 -2
E5
NO USO DE ROPA ALGODÓN
1 X 10 -2
E6
INAD. ATERRIZAJE BASCULAS
1 X 10 -2
E7
USO HERR INADEC
1 X 10 -5
E8
TRAB. SOLDAD.
1 X 10 -5
E9
NO HAY TOPES DE HULE EN LOS BORDES DEL MUELLE DE LLENADO
5 x10 -3
E10
O
MALA INSPECCIÓN AL BUSCAR ABOLLADURAS, GRIETAS O ARAÑAZOS
5 X10 -2
E11
MALA INSPECCIÓN AL BUSCAR CORROSIÓN U ÓXIDO
5 X10 -2
E12

SISTEMA:	**Trasiego de gas l.p.**
SUBSISTEMA:	**Llenado de recipientes transportables**
EVENTO:	**Explosión de un recipientes transportables**

Identificación	Descripción del suceso básico	Valor adoptado	Nota	Fuente
E1	Descarga Atmosférica	1×10^{-7}	Causa externa	Estimado
E2	Desgaste de soldadura en uniones	2.6×10^{-3}	La soldadura de las uniones no cuenta con la suficiente resistencia	Lees
E3	Paso el tiempo de vida útil	5×10^{-3}	Se cumplieron los 11 años, desde la fecha de fabricación, del recipiente transportable.	Manual de AD Swain y HE Guttman
E4	Mal manejo del recipiente	1×10^{-2}	El operador no maneja adecuadamente el recipiente	Atallah
E5	Corrosión	1×10^{-2}	El recipiente tiene corrosión	Atallah
E6	No uso de ropa algodón	1×10^{-2}	El operador no utiliza ropa de algodón	Atallah
E7	Inadecuado aterrizaje basculas	1×10^{-2}	No se colocaron las pinzas de aterrizaje para el semirremolque durante el trasiego de gas l.p.	Atallah
E8	Uso herramienta inadecuada	1×10^{-5}	El operador utiliza alguna herramienta que pueda generar chispas.	Lees
E9	Trabajo soldado	1×10^{-5}	Se realizan trabajos de soldadura cerca o en el área de llenado de recipientes transportables	Lees
E10	No hay topes de hule en los bordes del muelle de llenado	5×10^{-3}	Los bordes donde se realiza las carga y descarga de recipientes transportables no tiene topes de hule	Lees
E11	Mala inspección al buscar abolladuras, grietas o arañazos	5×10^{-2}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Atallah
E12	Mala inspección al buscar corrosión u óxido	5×10^{-2}	El personal responsable no revisa adecuadamente los equipos y/o accesorios	Atallah

Orden	Minimal cutset (MCS)	Composición	Probabilidad
2	E3 E1 E3 E6 E3 E7 E3 E8 E3 E9 E3 E10 E4 E1 E4 E6 E4 E7 E4 E8 E4 E9 E4 E10 E5 E1 E5 E6 E5 E7 E5 E8 E5 E9 E5 E10 Número de MCS = 18	Combinaciones de dos sucesos que conducen a la explosión en	5×10^{-10} 5×10^{-5} 5×10^{-5} 5×10^{-8} 5×10^{-8} 2.5×10^{-5} 1×10^{-9} 1×10^{-4} 1×10^{-4} 1×10^{-7} 1×10^{-7} 5×10^{-5} 1×10^{-9} 1×10^{-4} 1×10^{-4} 1×10^{-7} 1×10^{-7} 5×10^{-5}
3	E11 E2 E1 E11 E2 E6 E11 E2 E7 E11 E2 E8 E11 E2 E9 E11 E2 E10 E12 E2 E1 E12 E2 E6 E12 E2 E7 E12 E2 E8 E12 E2 E9 E12 E2 E10 Número de MCS = 12	Combinaciones de tres sucesos que conducen a la explosión en el muelle de llenado	1.3×10^{-11} 1.3×10^{-6} 1.3×10^{-6} 1.3×10^{-9} 1.3×10^{-9} 6.5×10^{-7} 1.3×10^{-11} 1.3×10^{-6} 1.3×10^{-6} 1.3×10^{-9} 1.3×10^{-9} 6.5×10^{-7}

Suceso intermedio	Probabilidad
FUGA DE GAS L.P. (G2) (b): ➢ Desfonde del recipiente transportable (G4) (c) • Inspección inadecuada (G8)(d) • Desgaste de soldadura en uniones (E2) ➢ Perforación del recipiente transportable (G5)(e)	**2.53×10^{-2}** 2.6×10^{-4} 1×10^{-6} 2.6×10^{-3} 2.5×10^{-2}
FUENTE DE IGNICIÓN (G3) (f): ➢ -Desc. Atmosférica (E1) ➢ -Energía estática (G6) (g) ➢ -Chispas (G7) (h)	**2.5×10^{-2}** 1×10^{-7} 2×10^{-2} 5.02×10^{-3}
TOP (a)(Total)	**6.32×10^{-4}**

Notas:

(a) El suceso TOP se expresa como multiplicación lógica de los sucesos G2 y G3
TOP=G2*G3

(b) El suceso G2 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G4 y G5
G2=G4 + G5

(c) El suceso G4 se expresa como la multiplicación lógica del suceso G8 y el suceso básico E2
G4=G8+E2

(d) El suceso G8 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E11 y E12
G8 = E11+E12

(e) El suceso G5 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E3, E4 y E5
G5 = E3 + E4 + E5

(f) El suceso G3 se expresa como la suma lógica de los sucesos intermedios G6 y G7 y el suceso básico E1
G3 = G6 + G7 + E1

(g) El suceso G6 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E6 y E7
G6 = E6 + E7

(h) El suceso G7 se expresa como la suma lógica de los sucesos básicos E8, E9 y E10
G7=E8 + E9 + E10

CONCLUSIONES:

Las probabilidades de ocurrencia obtenidas para los eventos TOP se presentan a continuación

Evento	Probabilidad de ocurrencia	Minimal CUT SET
Evento 001/002: Explosión en la recepción de semirremolques	2.14×10^{-4}	42
Evento 003: BLEVE del semirremolque	1.04×10^{-8}	17
Evento 004/008: Explosión a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}	55
Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento	2.30×10^{-8}	17
Evento 006: Explosión en el suministro a auto-tanques	2.14×10^{-4}	42
Evento 007: Explosión en la bomba de suministro	5.65×10^{-4}	35
Evento 009: Explosión en el llenado de recipientes transportables	1.89×10^{-4}	108
Evento 010: Explosión de un recipiente transportable	6.32×10^{-4}	30

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} del evento 004 y 008 le corresponde a 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, 009 y 010 corresponde a eventos **IMPROBABLES**, es decir, no se han presentado en 5 años. Mientras tanto, el evento 003 y 005 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-8}, son eventos **MUY IMPROBABLES,** donde no se ve la posibilidad de que ocurra el riesgo. En el presente Estudio de Riesgo: Modalidad Análisis de Riesgo, se considera que el Evento 002 es el iniciador del evento 003 y este a su vez causa del evento 005 (BLEVE del tanque de almacenamiento).

RECOMENDACIONES:

De acuerdo a las fallas identificadas que llevan a la ocurrencia de los eventos TOP, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los procedimientos deberán obedecer 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
- Inspección y supervisión por parte del personal de la planta durante las operaciones de trasiego, con la finalidad de verificar que los operadores de las unidades (auto-tanques y semirremolques) acaten los procedimientos operativos establecidos en el manual de procedimientos de roles y responsabilidades.
- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en el cierre/apertura de válvulas.
- Dar continuidad a la capacitación del personal que realiza operaciones de trasiego.
- Realizar pruebas periódicas a los equipos críticos de acuerdo a la normatividad aplicable y/o recomendaciones del fabricante.
- Dar seguimiento al programa de mantenimiento preventivo para todo el sistema de trasiego de gas l.p., así como al almacenamiento interno de diésel, en las fechas programadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **Less Frank (1991).** Loss Prevention in the Process Industries. Vol I, II. Butterworth-Heinemann Ltd. Oxford 4th Edition.
- **Rijnmond Public Authority (1982).** A Risk Analysis of Six Potencially Hazardous Industrial Objets in the Rijnmond Area- A Pilot Study (The COVO Study), Dorrecht; D. Reidel Publishing Co.
- **Atallah, Sami (1980).** Assessing and Managing Industrial Risks Chem Eng Vol. 87 Nr. 18.
- **Davies Daniel et al (1989).** Accidental Releases of Air Toxics Pollution Technollogy Review Nr.170, Noyes Data Corporation USA.
- **Antonio Creus Solé (1991).** Fiabilidad y Seguridad de procesos industriales. Marcombo Boixareu Editores.

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

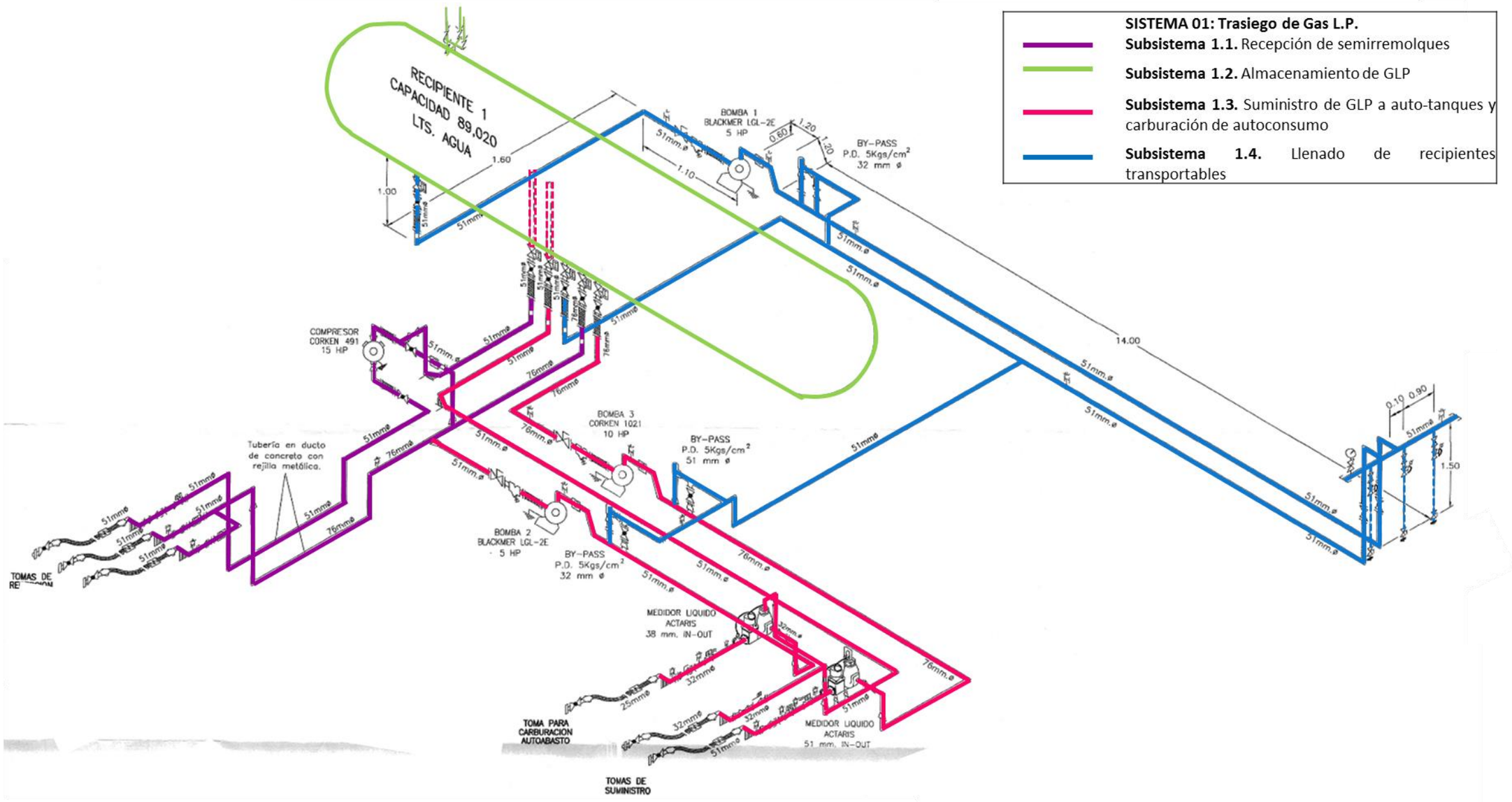
G R U P O D E T R A B A J O *W H A T I F ... ?*			
NOMBRE	**ÁREA**	**HORAS TRABAJADAS/FECHA DE REUNIÓN**	**FIRMAS**
I.Q. Yazmin Calzeta López.	Análisis de Riesgo	**2 horas por subsistema** **Del 15 al 18 de febrero de 2021**	
I.Q. Elizabeth E. Galindo Monterrosas.	Análisis de Riesgo		
I.M. Ismael Esteban Romero Jiménez.	Integridad mecánica y seguridad		
I.Q. José Morales Ku.	Proceso		

L I S T A D E S I S T E M A S

Instalación:	Planta de distribución de GLP			
Propietario:	**SONIGAS, S.A. DE C.V.**			
No.	**Sistema**	**Descripción**	**Intención de diseño**	**Plano de referencia**
01	Trasiego de GLP	Tuberías, equipos, recipientes y mangueras desde el acoplador de descarga extremo de la manguera ocupada para la descargar el GLP de semirremolques hasta el extremo de manguera para el llenado de auto-tanques.	Trasvase de GLP de un recipiente de transporte (semirremolques) al recipiente de almacenamiento temporal para posterior trasvase a recipientes de distribución (auto-tanques) y recipientes transportables.	Diagrama Isométrico de flujo. Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
02	Vaciado de recipientes transportables	Recipiente tipo estacionario de capacidad 1,000 L, sus aditamentos y elementos de seguridad.	Vaciado de recipientes transportables.	Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. de C.V.
03	Contra incendio	Tanques para almacenamiento de agua contra incendio, bomba de actuación eléctrica y combustión interna, tuberías de agua, aspersores, hidrantes y extintores.	Proveer los medios para la extinción de un incendio y enfriar al tanque de almacenamiento de GLP.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.
04	Neumático	Compresor de aire y tubería de aire para instrumentos en las líneas de actuación neumática.	Proveer de aire a los instrumentos (válvulas) que requieran éste para su actuación.	---
05	Eléctrico	Alimentación eléctrica a partir de la derivación de la línea de alta tensión de CFE el control de contactos, motores y alumbrado.	Proveer de energía eléctrica para las actividades de trasiego, oficinas y sistema contra incendio.	Plano Proyecto Eléctrico SONIGAS, S.A. DE C.V.

L I S T A D E S U B S I S T E M A S D E L S I S T E M A D E T R A S I E G O

Instalación:	Planta de distribución de GLP			
Propietario:	**SONIGAS, S.A. DE C.V.**			
No.	**Sistema**	**Descripción**	**Intención de diseño**	**Plano de referencia**
1.1	Recepción de semirremolques	Desde la conexión de la válvula de descarga del semirremolque con las mangueras de trasiego de GLP hasta las válvulas de globo recta en las líneas de líquido y vapor de la salida de los recipientes de almacenamiento.	Trasiego de GLP del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante el compresor I Corken 491.	Diagrama Isométrico de flujo. Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
1.2	Almacenamiento de GLP	Un recipiente de almacenamiento con capacidad de 89,020 litros de agua al 100%, sus accesorios y elementos de seguridad.	Guarda temporal de GLP.	Diagrama Isométrico de flujo. Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
1.3	Suministro de GLP a auto-tanques y carburación de auto-abasto	Desde las válvulas de globo recta en la línea de líquido del recipiente de almacenamiento hasta la conexión de la válvula de carga del auto-tanque o válvula de llenado de recipiente de con la manguera de trasiego de GLP en fase líquida.	Trasiego de GLP del tanque de almacenamiento mediante la bomba III Corken CK-1022-CF a los auto-tanques y tanques montados para carburación de auto-abasto mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.	Diagrama Isométrico de flujo. Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
1.4	Llenado de recipientes transportables	Desde las válvulas de globo recta en la línea de líquido del recipiente de almacenamiento hasta el conector especial para el llenado de los recipientes transportables (punta pol y maneral).	Trasiego de GLP del tanque de almacenamiento mediante las bomba I Blackmer LGL-2E a los recipientes transportables.	Diagrama Isométrico de flujo. Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. de C.V.


SISTEMA 01: Trasiego de Gas L.P.
Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques
Subsistema 1.2. Almacenamiento de GLP
Subsistema 1.3. Suministro de GLP a auto-tanques y carburación de autoconsumo
Subsistema 1.4. Llenado de recipientes transportables
RECIPIENTE 1
CAPACIDAD 89,020
LTS. AGUA
BOMBA 1
BLACKMER LGL-2E
5 HP
BY-PASS
P.D. 5Kgs/cm²
32 mm ø
COMPRESOR
CORKEN 491
15 HP
BOMBA 3
CORKEN 1021
10 HP
BY-PASS
P.D. 5Kgs/cm²
51 mm ø
Tubería en ducto
de concreto con
rejilla metálica.
BOMBA 2
BLACKMER LGL-2E
5 HP
BY-PASS
P.D. 5Kgs/cm²
32 mm ø
MEDIDOR LIQUIDO
ACTARIS
38 mm. IN-OUT
TOMA PARA
CARBURACION
AUTOABASTO
MEDIDOR LIQUIDO
ACTARIS
51 mm. IN-OUT
TOMAS DE
SUMINISTRO
14.00
1.60
1.10
1.00
1.50

L I S T A D E S U B S I S T E M A S V A C I A D O D E R E C I P I E N T E S T R A N S P O R T A B L E S

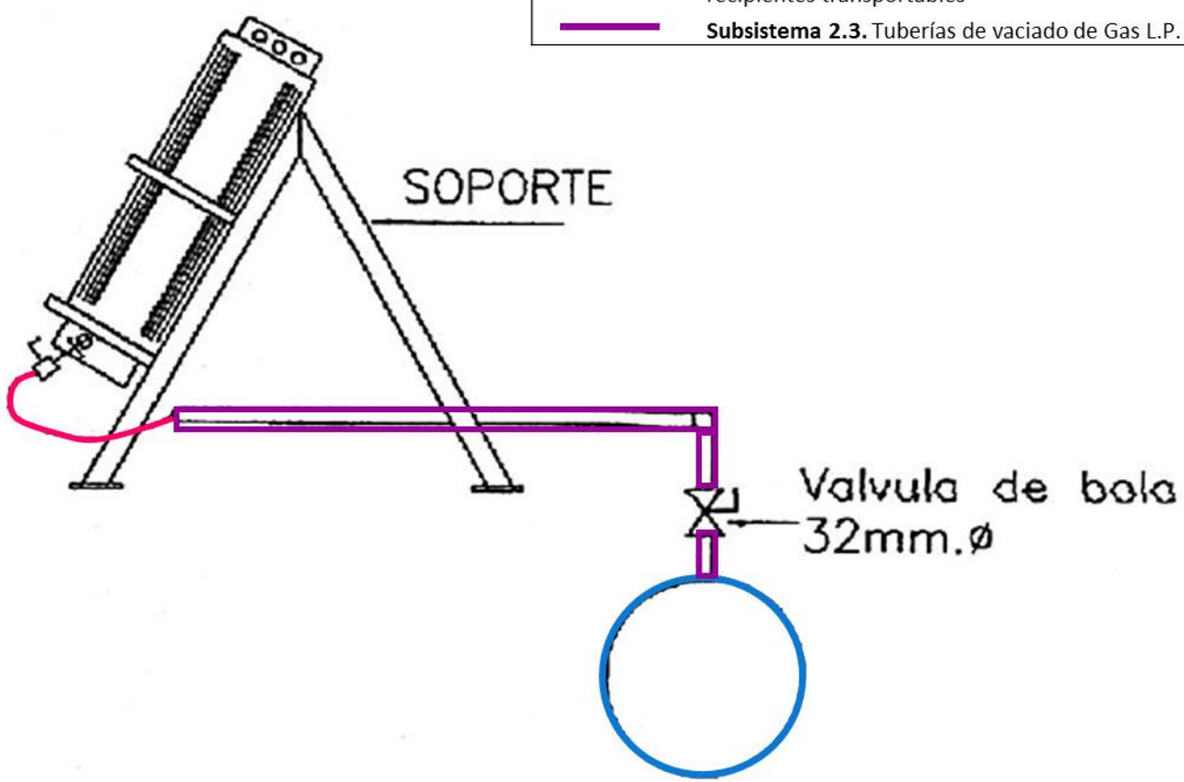
Instalación:	**Planta de distribución de GLP**			
Propietario:	**SONIGAS, S.A. DE C.V.**			
No.	**Subsistema**	**Descripción**	**Intención de diseño**	**Plano de referencia**
2.1	Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes	Tanque tipo estacionario con capacidad de 1,000 L al 100% agua, cuenta con los aditamentos necesarios para control de vaciado y un tubo de desfogue.	Vaciado de recipientes transportables.	Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
2.2	Mangueras de vaciado de Gas L.P.	Mangueras especiales para GLP, construidas de nitrilo negro, hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².	Vaciado de recipientes transportables.	Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.
2.3	Tuberías de vaciado de Gas L.P.	Tubería de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple al tanque estacionario de 32 mm (1 ¼”) de diámetro.	Vaciado de recipientes transportables.	Plano Proyecto Mecánico SONIGAS, S.A. DE C.V.

SISTEMA 02: Vaciado de recipientes transportables

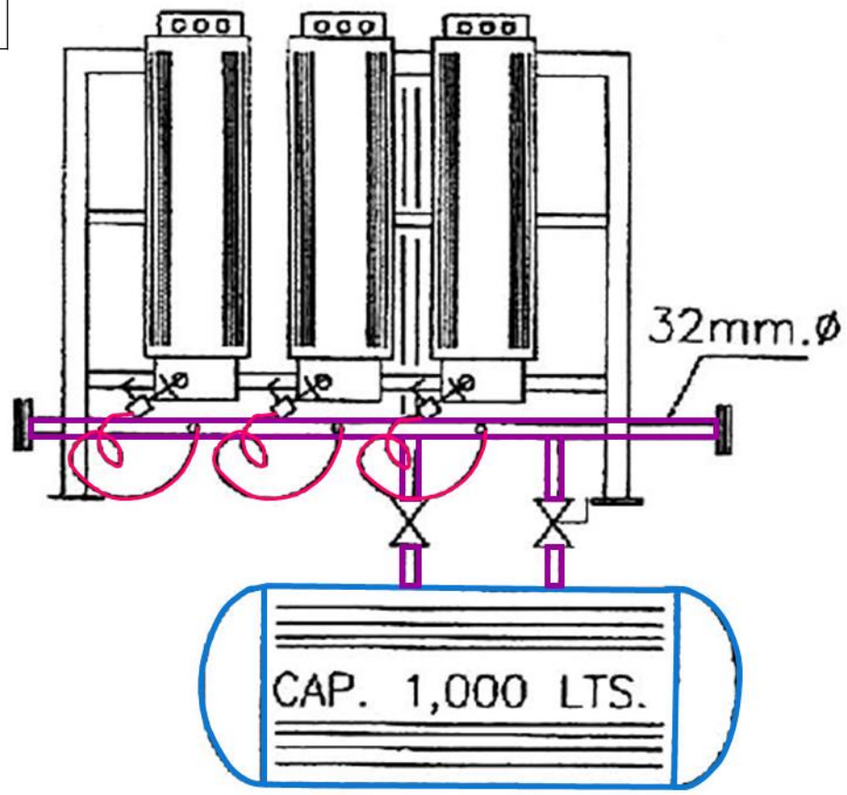
Subsistema 2.1. Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes

Subsistema 2.2. Mangueras de vaciado de recipientes transportables

Subsistema 2.3. Tuberías de vaciado de Gas L.P.



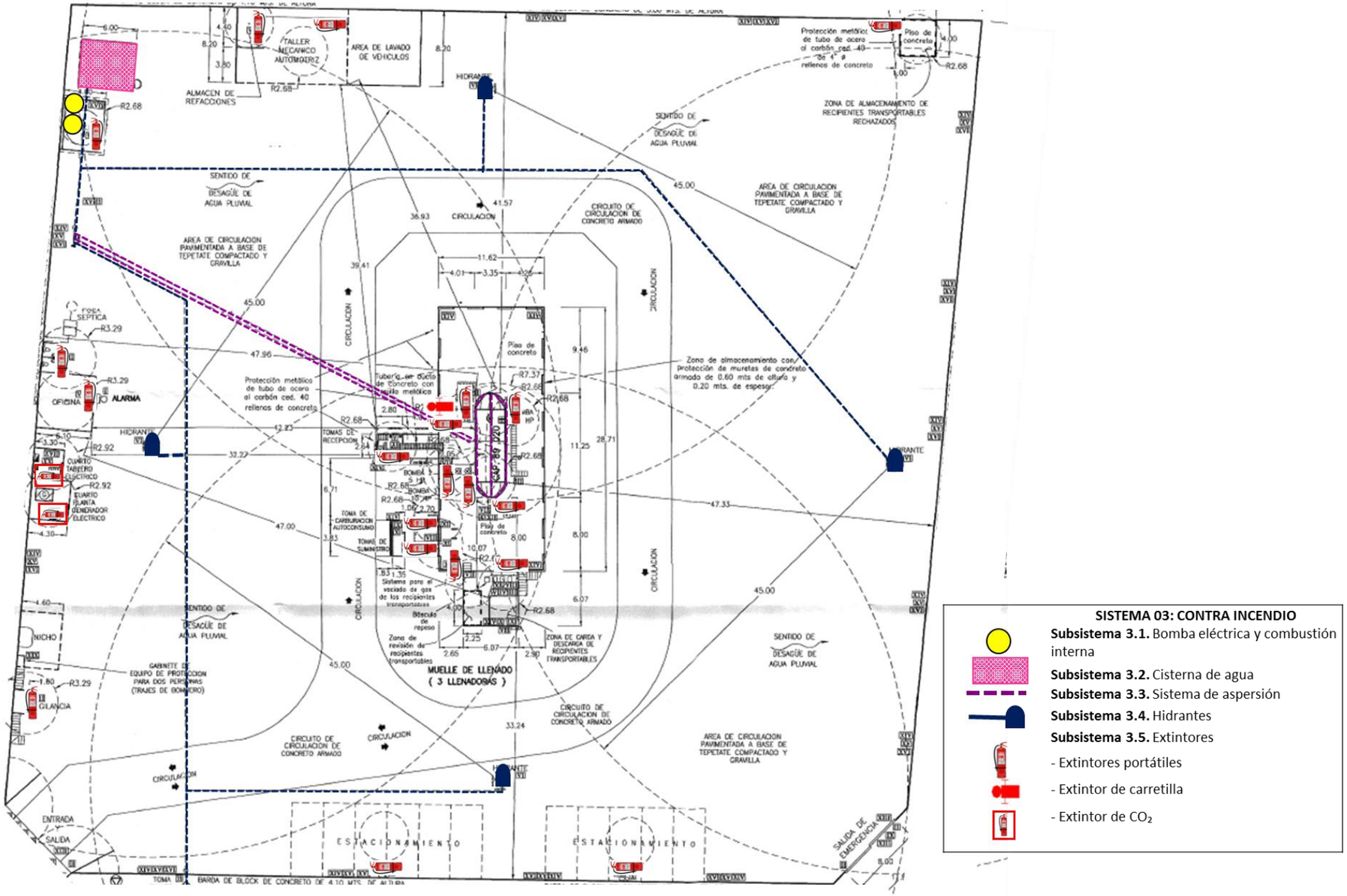
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

L I S T A D E S U B S I S T E M A S C O N T R A I N C E N D I O

Instalación:	Planta de distribución de GLP			
Propietario:	**SONIGAS, S.A. DE C.V.**			
No.	**Sistema**	**Descripción**	**Intención de diseño**	**Plano de referencia**
3.1	Bomba eléctrica y combustión interna.	Bombas centrífugas (principal y auxiliar)	Impulsar el agua de la cisterna de seguridad (sistema de aspersión y/o hidrantes) que lo requieran.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.
3.2	Cisterna de seguridad (almacenamiento de agua).	Cisterna con capacidad individual de 100 m^3 de agua .	Almacenamiento de agua potable para su uso en el sistema contra incendio.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.
3.3	Sistema de aspersión.	Válvula de compuerta de 152 mm, tubería de 152 mm (6”), derivación de tubería de 101 mm, 76 mm y posterior a 51 mm y boquillas (34) a lo largo y alineadas en la parte superior del tanque. El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal. El rociado de agua sobre el recipiente, se realizará mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm^2.	Distribución de agua sobre la superficie del recipiente de almacenamiento para evitar el calentamiento de éstos.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.
3.4	Hidrantes.	Las válvulas de seccionamiento la tubería son de 152 mm (4”) y las derivaciones de la tubería para hidrantes son de 76 mm y se reducen a 51 mm en la alimentación de cada hidrante.	Distribución de agua para la sofocación de incendios.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.
3.5	Extintores.	Extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC, los cuales son de 9 kg de capacidad, un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco (zona de almacenamiento) y dos extintores de CO2 con capacidad de 9 kg (tablero eléctrico y generador eléctrico).	Proveer agentes de supresión de incendios.	Plano Proyecto sistema contra incendio SONIGAS, S.A. DE C.V.



SISTEMA 03: CONTRA INCENDIO

Subsistema 3.1. Bomba eléctrica y combustión interna

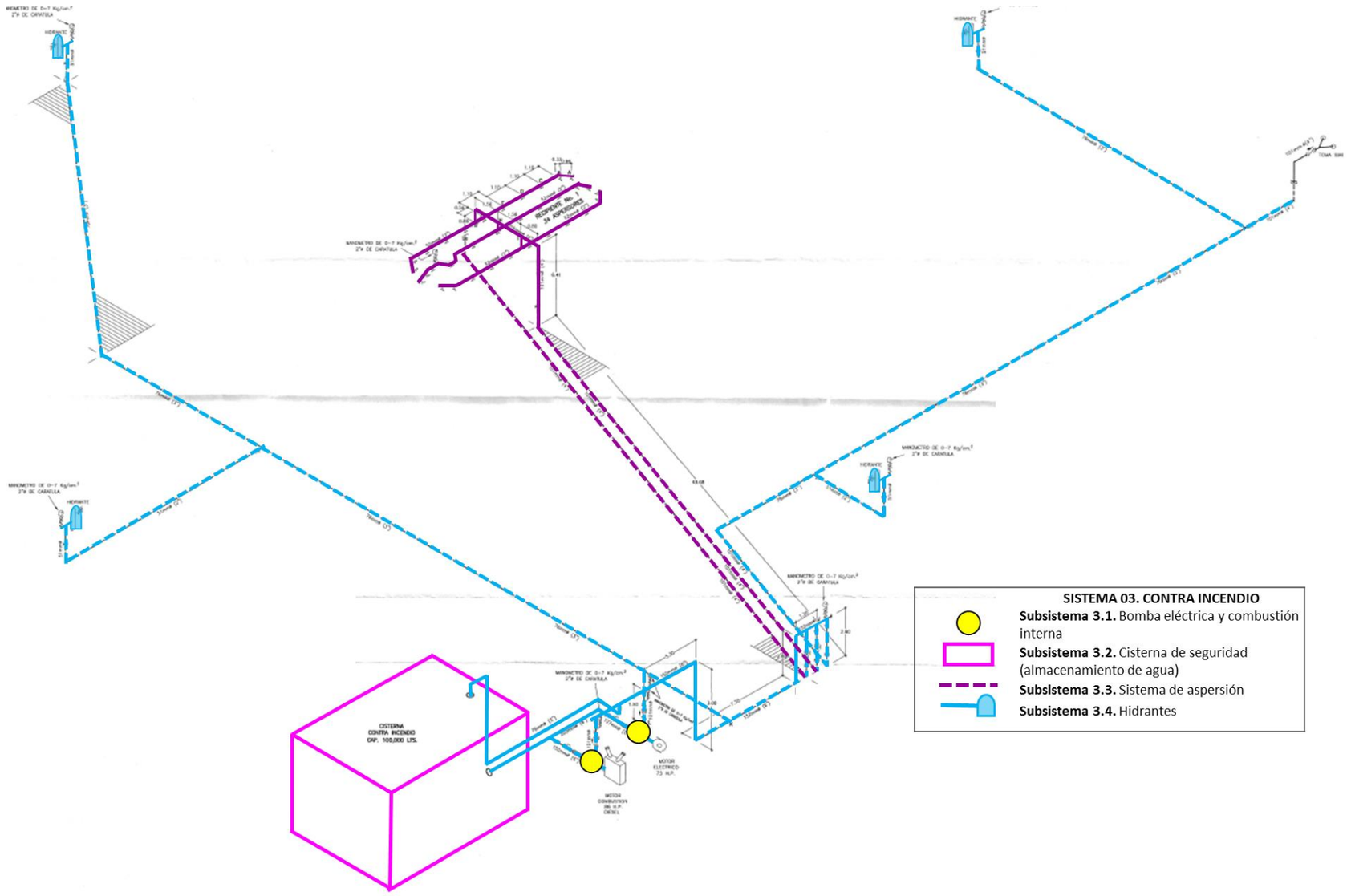
Subsistema 3.2. Cisterna de agua

Subsistema 3.3. Sistema de aspersión

Subsistema 3.4. Hidrantes

Subsistema 3.5. Extintores

- Extintores portátiles
- Extintor de carretilla
- Extintor de CO_2


CISTERNA
CONTRA INCENDIO
CAP. 100,000 LTS.
SISTEMA 03. CONTRA INCENDIO
Subsistema 3.1. Bomba eléctrica y combustión interna
Subsistema 3.2. Cisterna de seguridad (almacenamiento de agua)
Subsistema 3.3. Sistema de aspersión
Subsistema 3.4. Hidrantes

L I S T A D E S U B S I S T E M A S N E U M Á T I C O

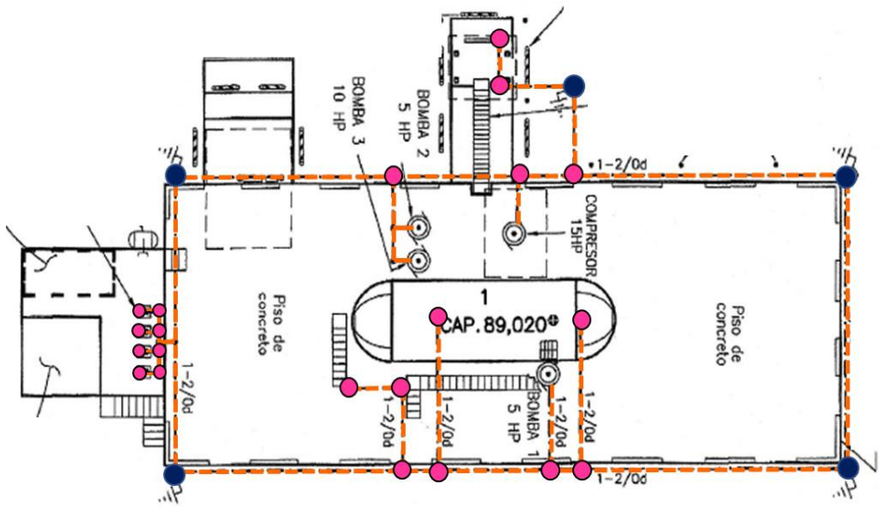
Instalación:	Planta de distribución de GLP			
Propietario:	SONIGAS, S.A. DE C.V.			
No.	Subsistema	Descripción	Intención de diseño	Plano de referencia
4.1	Compresor de aire	Compresor de pistón de aire.	Proveer aire a alta presión a los actuadores de las válvulas en las líneas de recepción y suministro.	
4.2	Válvulas neumáticas	Válvulas neúmaticas en la lineas de recepción y suministro.	Activar la apertura o cierre de las válvulas de las líneas de líquido en las tomas de recepción y suministro.	-
4.3	Tubería de aire	Tubería de aire.	Transportar el aire a presión del compresor a los activadores neumáticos.	-

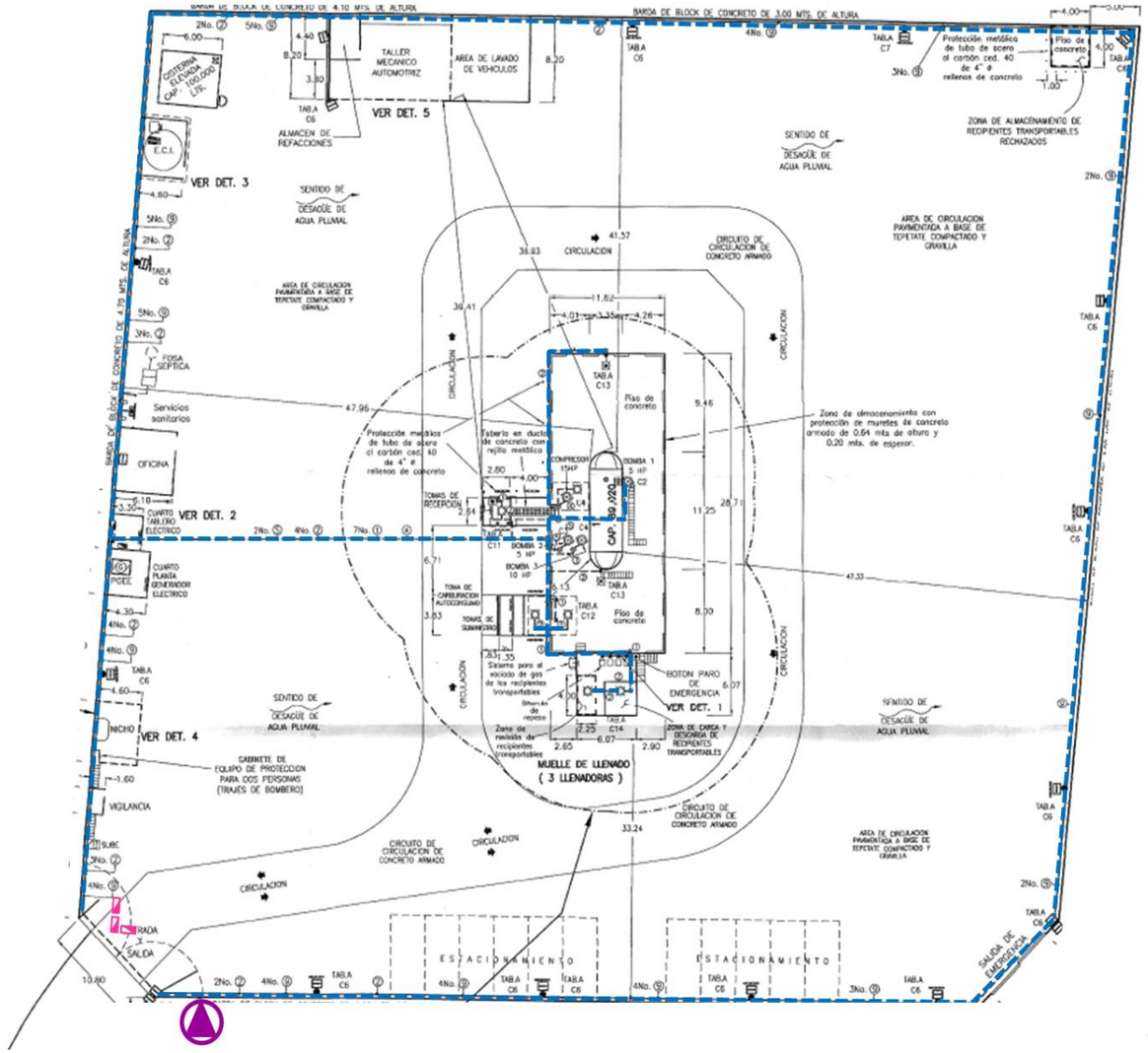
L I S T A D E S U B S I S T E M A S E L É C T R I C O

Instalación:	Planta de distribución de GLP			
Propietario:	SONIGAS, S.A. DE C.V.			
No.	Subsistema	Descripción	Intención de diseño	Plano de referencia
5.1	Transformador eléctrico	Transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, protegiendo la salida de B.T. con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición.	Aumentar o disminuir el voltaje y corriente.	Plano Proyecto Eléctrico SONIGAS, S.A. DE C.V.
5.2	Tablero eléctrico	Conformado por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1.	Distribución de la energía eléctrica a los diferentes elementos que la requieren, así como proteger los circuitos.	Plano Proyecto Eléctrico SONIGAS, S.A. DE C.V.
5.3	Conexiones eléctricas	Conducción mediante cable calibre 2, 12, 10 ó 8 y registros A.P.E.	Uso directo de la energía eléctrica.	Plano Proyecto Eléctrico SONIGAS, S.A. DE C.V.
5.4	Conexión a tierra	Malla de cables a tierra (Cable desnudo) y los puntos de conexión a varillas copperweld.	Proteger las instalaciones eléctricas y a las personas ante descargas eléctricas.	Plano Proyecto Eléctrico SONIGAS, S.A. DE C.V.

.

Subsistema 5.1: Transformador eléctrico
Subsistema 5.2: Tablero eléctrico
Subsistema 5.3: Conexiones eléctricas
Subsistema 5.4: Conexión a tierra
Pozo de tierras
Conexión Cable a cable para red de tierras
Cable desnudo cal. 2/0 AWG para red de tierras





Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491.**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas.	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.1	¿Qué pasa si durante la descarga de GLP el semirremolque se pusiera en movimiento?	1. El chofer no acata los procedimientos de operación, es decir: -No apaga el motor del vehículo. -No coloca las calzas a las ruedas del vehículo.	La tensión excesiva en la manguera causara que la válvula "pull away" se separe automáticamente, cerrando dos checks internos de retención, por lo que sólo unos pocos centímetros cúbicos de gas se escapan en el momento de la separación.	Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. ✓ Procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. 2. Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán 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. 3. En los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. 4. Se deberá mantener el área libre de material combustible. 5. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). 6. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 7. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 8. Las competencias del personal tiene como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.	Gerente General El manual de procedimientos y roles forman parte del programa de implementación del apartado X del Sistema de Administración por lo que debe de presentarse una vez autorizada la implementación del Sistema de Administración.

RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor de trasiego Corken 491**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
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?	1.Materia foránea alojada en la válvula que no permite el cierre. 2.Presión de GLP no suficientemente alta para producir un volumen de flujo de cierre.	Liberación continua de material inflamable (GLP) en fase líquida a través de la válvula de descarga del semirremolque. La liberación de chorro presurizado de GLP puede originar un incendio tipo dardo si el hidrocarburo logra entrar en contacto con una fuente de ignición.	Los semirremolques cuentan con válvulas de globo angular de acción manual. Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**2**	**A**	**4**	**M**	**4**	**M**	**4**	**M**	1. Se deberán llevar los registros del tiempo de 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. 2. Se deberá mantener el área libre de material combustible. 3. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 4. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 5. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. 6. Se deberán mantener en original el programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual deberá incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. 7. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración. 8. Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante los compresores I y II Blackmer LB 601.**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.3	¿Qué pasa si el semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego?	1.Incendio tipo dardo de fuego con dirección al semirremolque no se ha controlado debido a: -Imposibilidad de llegar hasta la válvula debido a la dirección del chorro presurizado. -Omisión en la atención oportuna de la emergencia	La fase líquida comenzará a evaporase aumentando la presión interna del recipiente. En caso de no liberarse suficiente la presión, debido al continuo calentamiento, se daría lugar a la BLEVE del semirremolque.	El semirremolque cuenta con una válvula de seguridad. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**3**	**1**	**A**	**2**	**M**	**2**	**M**	**3**	**M**	1. Se deberá 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. 2. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. 3. Las operaciones deberán controladas y monitoreadas de forma continua. 4. Se deberá mantener el área libre de material combustible. 5. Se deberá establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. 6. La cisterna de seguridad deberá cuando menos mantener el 70% de su capacidad. 7. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). 8. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 9. Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.1:	Recepción de semirremolques.	Fecha de reunión:	15/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.4	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP se tuviera un flujo mayor de descarga?	1.Error en la nivelación de presión. 2.Compresor revolucionado. 3. Apertura total de la válvula de descarga inmediatamente al inicio de las operaciones. 4.Presión alta en la línea de retorno de vapor.	Presurización de las líneas, ocasionando posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios. La liberación de GLP al ambiente puede originar un incendio si el hidrocarburo logra entrar en contacto con una fuente de ignición.	En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**1**	**3**	**A**	**4**	**M**	**5**	**M**	**5**	**M**	1. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 2. Se deben llevar registros del tiempo de 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. 3. Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta. 4. Se deberá mantener en original el programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. 5. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. 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.	Gerente General La bitácora debe ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.1:	Recepción de semirremolques.	Fecha de reunión:	15/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas.	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.5	¿Qué pasa si no se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar?	1.Operación incorrecta en la apertura/cierre de válvulas manuales. 2.Falla en el compresor.	Sobrellenado y presurización del tanque de almacenamiento.	Los tanques cuentan con: - Medidor magnético. - Manómetro. - Válvula de seguridad. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	1	3	A	4	M	5	M	5	M	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. 3. Se deberá mantener el área libre de material combustible. 4. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 5. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 6. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	Gerente General El manual de procedimientos y roles formará parte del programa de implementación del apartado X del Sistema de Administración por lo que deberá de presentarse una vez autorizada la implementación del Sistema de Administración.
			Presurización de las líneas de trasiego de GLP. Posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios. La liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	5	B	4	M	5	B	5	B		

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.1:	Recepción de semirremolques.	Fecha de reunión:	15/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.6	¿Qué pasa si aumenta la temperatura del líquido dentro del semirremolque?	1.Incendio cercano a la zona de almacenamiento: Por ejemplo, fuga de gas con fuego en las tomas de recepción, suministro o andén de llenado) 2.Intensa radiación solar (Condiciones climáticas extremas en la zona)	Expansión térmica del líquido. Aumento de la presión interna dentro del tanque. Descenso del nivel líquido debido a la apertura de la válvula de seguridad.	El semirremolque cuenta con: - Válvula de seguridad. - Indicador de presión (manómetro) Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Las válvulas de seguridad del semirremolque deben estar protegidas contra la intemperie. 2. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 3. Se deberá establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. 4. La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. 5. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). 6. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 7. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.7	¿Qué pasa si durante la transferencia de GLP la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas vapor está cerrada?	1.Omisión de procedimientos.	Ligera sobrepresión en la línea, debido a que el vapor tiene capacidad para comprimirse.	Paro de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
1.1.8	¿Qué pasa si durante la descarga la válvula de cierre rápido que se encuentra en una de las líneas de gas líquido se encuentra cerrada?	1.Omisión de procedimiento.	Golpe de ariete en la unión bridada de la válvula. Posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios. La liberación de GLP al ambiente puede originar un incendio si el hidrocarburo logra entrar en contacto con una fuente de ignición.	En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**3**	**M**	**4**	**M**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.9	¿Qué pasa si se encontrará cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento?	1.Omisión de procedimiento.	Se tendría una contra-presión muy fuerte en toda la línea de gas – líquido, la cual provocaría una fuga en la zona más débil, que en este caso sería la mirilla. Posible fuga de material inflamable a través de la mirilla. La liberación de GLP al ambiente puede originar un incendio si el hidrocarburo logra entrar en contacto con una fuente de ignición	En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**3**	**M**	**4**	**M**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 2. Se deben llevar registros del tiempo de 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. 3. Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta. 4. Se deberá mantener el original del programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual deberá incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. 5. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	Gerente General La bitácora debe ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491.**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.10	¿Qué pasa si después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando?	1.Omisión de procedimientos. 2.Falta de supervisión.	Se inyectaría vapor en la fase líquida del recipiente de almacenamiento favoreciendo la vaporización de éste dentro del recipiente.	Indicador visual de flujo tipo no retroceso (mirilla). Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberán mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración. 2. Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben obedecer 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. 3. Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda un medidor másico/volumétrico. 4. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	Gerente General La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. La factibilidad del medidor la determinará la unidad de verificación en materia de GLP.
1.1.11	¿Qué pasa si la válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido?	1.Omisión de procedimientos.	Presurización de las líneas, ocasionando posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios. La liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**3**	**M**	**4**	**M**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. Se deberá mantener la evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1.	**Trasiego de GLP.**	**Subsistema 1.1:**	**Recepción de semirremolques.**	**Fecha de reunión:**	**15/02/2021**
Intención:	**Trasiego de GLP. De un semirremolque a los tanque de almacenamiento mediante el compresor Corken 491**			**Miembros del equipo:**	
Plano:	**Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.**			**EEGM, YCL, IERJ, JMK.**	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.1.12	¿Qué pasa si la válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores?	-Error de procedimiento. -Falta de capacitación.	No se podría realizar la operación de descarga del semirremolque y se estaría inyectando vapor a la fase líquida del recipiente de almacenamiento temporal de GLP para la recuperación de vapores. Además, que se favorecería la formación de vapor dentro del semirremolque.	Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente General La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.2:	Almacenamiento de GLP.	Fecha de reunión:	16/02/2021
Intención:	Guarda temporal de GLP en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal presurizado con capacidad de 89,020 litros al 100% agua.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.2.1	¿Qué pasa si se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento?	1.Error humano: -Operación incorrecta en el manejo (apertura/cierre) de las válvulas de líquido y vapor durante el llenado. - Lectura incorrecta del indicador de nivel. 2.Falla del indicador de nivel de líquido. 3.Falla en el paro de llenado.	Descarga de material inflamable (GLP.) en fase líquida a través del vástago de la válvula de máximo llenado una vez que se alcance un nivel igual al 85 %	El recipiente cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5") de conexión y 203 mm (8") de diámetro de carátula. ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.	2	5	B	5	B	4	M	5	B	1. Se debe verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado. 2. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 3. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.	Gerente General La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.
			En caso de un aumento en la temperatura ambiente existe peligro de sobrepresión debido a que sería imposible mantener la fase líquida.	✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA. ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura. ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra". El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm². Así mismo se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	3	5	B	5	B	4	B	4	B		

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.2:	Almacenamiento de GLP.	Fecha de reunión:	16/02/2021
Intención:	Guarda temporal de GLP en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal presurizado con capacidad de 89,020 litros al 100% agua.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.2.2	¿Qué pasa si aumenta la presión en el tanque de almacenamiento?	-Sobrellenado. -Ebullición o flasheo del líquido por calentamiento. -Introducción de fluidos con presión de vapor superior a la presión de operación del recipiente de almacenamiento	Sobrepresión en el recipiente.	El tanque cuenta con: ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm^2. Así mismo se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: *-Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran 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 al recipiente.* *-Corrosión.* 2. Se deberá verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector. 3. Se debe mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General Reemplazar las válvulas de alivio cada 11 años, o bien, si la válvula de alivio de presión muestra evidencia de derrame, de operación indebida o se tenga sospecha de su funcionamiento esta deberá ser remplazada.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.2:	Almacenamiento de GLP.	Fecha de reunión:	16/02/2021
Intención:	Guarda temporal de GLP en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal presurizado con capacidad de 89,020 litros al 100% agua.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.2.3	¿Qué pasa si se eleva la temperatura del líquido almacenado?	1.Incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. Por ejemplo: fuga de gas con fuego en las tomas de recepción, suministro o andén de llenado) 2.Radiación solar intensa.	Expansión térmica del líquido. Sobrepresión en el tanque de almacenamiento.	El tanque cuenta con: ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm^2. Así mismo se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se debe mantener el área libre de materiales combustibles. 2. Se deberá verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio. 3. En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: *- 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.*	Gerente General Se deberán de llevar a cabo las actividades dispuestas en el Programa de mantenimiento de las instalaciones, equipos y dispositivos para el manejo y uso de GLP y del sistema contra incendio en los tiempos señalados y mantener evidencia de los trabajos realizados. *La medición de la dureza debe efectuarse, como mínimo, en 6 puntos del área afectada. La toma de réplicas metalográficas debe efectuarse, como mínimo, en 4 puntos del área afectada. Estas evaluaciones y sus aceptaciones deben efectuarse en términos de la Norma Oficial Mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.*

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.2:	Almacenamiento de GLP.	Fecha de reunión:	16/02/2021
Intención:	Guarda temporal de GLP en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal presurizado con capacidad de 89,020 litros al 100% agua.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.2.4	¿Qué pasa sí el recipiente se fractura?	1.Impacto mecánico sobre la superficie del tanque. 2.Carga térmica ejercida por un incendio cercano no controlado que incide de manera directa sobre la parte no refrigerada por el líquido. 3.Corrosión interna.	-Pérdida de la integridad mecánica del recipiente dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de GLP en estado líquido. El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado.	El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm². Así mismo se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**3**	**1**	**A**	**2**	**M**	**1**	**A**	**2**	**M**	1. Se deberá realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco de conformidad con la normatividad aplicable. 2. Se debe mantener el área libre de materiales combustibles. 3. Se deberá verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio. 4. Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta. 5. Se deberá mantener el original del programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. 6. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	Gerente General Acciones de atención inmediata. La evaluación de espesores se deberá realizar a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo:	EEGM, YCL, IERJ, JMK.
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.1	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente?	1. El chofer no acata los procedimientos de operación: -No apaga el motor del vehículo. -No coloca las calzas a las ruedas del vehículo.	La tensión excesiva en la manguera causara que la válvula "pull away" se separe automáticamente, cerrando dos checks internos de retención, por lo que sólo unos pocos centímetros cúbicos de gas se escapan en el momento de la separación.	Los auto-tanques cuentan con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto. - Tomas de suministro Para la carga de autotanques, se cuenta con un juego de tomas instaladas dentro de la zona de almacenamiento, constando de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal y por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de suministro de autotanques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-liquido se cuenta con 4 válvulas para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula del tipo neumática para cierre de emergencia, una válvula del tipo solenoide y un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo y una válvula de no-retroceso de cierre automático, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. - Toma de carburación de autoconsumo Para la carga de los recipientes de carburación montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P., como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 2. La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). Así mismo, se cuenta con tres válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola de cierre rápido, una válvula solenoide y una válvula de exceso de flujo, además se conecta a un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	5	B	5	B	5	B	5	B	1. Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. 2. Los choferes de los auto-tanques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán 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. 3. Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica. 4. Se deberá mantener el área libre de material combustible. 5. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 6. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 7. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	Gerente General Acciones de atención inmediata. El manual de procedimientos y roles formar parte del programa de implementación del apartado X del Sistema de Administración por lo que debe de presentarse una vez autorizada la conformación del Sistema de Administración. La capacitación de HazMAt se podrá llevar a cabo por lo menos una vez al año. La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. La capacitación forma parte del programa de implementación del apartado VI del Sistema de Administración por lo que debe de presentarse una vez autorizada la conformación del Sistema de Administración. La evaluación de la conformidad de las normas de los vehículos de transporte se deberá de realizar una vez al año.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.2	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas?	1.Omisión de procedimientos.	Sobrepresión en la bomba de trasiego, lo que podría ocasionar fuga a través del sello mecánico. La liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	- Válvula de alivio interna de la bomba. - Válvula de retorno automático (By-pass) Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	2	A	4	M	3	M	4	M	1. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo. 3. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 4. Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* - *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* - *Daño físico.* - *Fuga.* - *Corrosión.* 5. Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga. 6. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, será de acción inmediata. Reemplazar las válvulas de alivio cada 11 años, o bien, si la válvula de alivio de presión muestra evidencia de derrame, de operación indebida o se tenga sospecha de su funcionamiento esta debe ser remplazada. Consultar con la unidad de verificación en materia de GLP la instalación de los manómetros.
			Presurización en las líneas de conducción de líquido Posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios. La liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	- Válvulas de relevo hidrostático instaladas en la línea de líquido. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	3	M	3	M	5	B	5	B		

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.3	¿Qué pasa si al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta?	1.Omisión de procedimientos.	Funcionamiento en seco de la bomba, lo que causaría un aumento de la temperatura superficial de la bomba, a la vez que provoca desgaste y daños en los componentes de la bomba. Daño al sello mecánico de la bomba.	Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.} Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	2	A	4	M	3	M	4	M	1. El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo. 2. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 3. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración. 4. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata. La capacitación forma parte del programa de implementación del apartado VI del Sistema de Administración por lo que debe de presentarse una vez autorizada la implementación del Sistema de Administración.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes **RDB**: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.4	¿Qué pasa si la válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba?	1.Omisión de procedimientos	Presurización en las líneas de conducción de líquido. Posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones u conexiones de los accesorios.	Se cuenta con válvulas de relevo hidrostático instaladas en la línea de líquido Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	3	M	3	M	5	B	5	B	1. El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. 2. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 3. Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* - *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* - *Daño físico.* - *Fuga.* - *Corrosión.* 4. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General Reemplazar las válvulas de alivio cada 11 años, o bien, si la válvula de alivio de presión muestra evidencia de derrame, de operación indebida o se tenga sospecha de su funcionamiento esta deberá ser remplazada.
			Sobrecarga de la bomba y daños en los componentes de la bomba (sello mecánico)	Las bombas cuentan con válvula de alivio interna de la bomba. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	2	2	A	4	M	3	M	4	M		

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.5	¿Qué pasa si hay una presión excesiva en la bomba?	1.Bloqueo aguas arriba. (válvulas cerradas) 2.Flujo mayor.	Sobrecalentamiento del motor y posible fallo del sistema. Daño mecánico en el sello de la bomba. Fuga de material inflamable (GLP) a la atmósfera con posibilidad de incendio y/o explosión.	- Válvula de alivio interna de la bomba. - Válvula de retorno automático (By-pass) En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**2**	**A**	**4**	**M**	**3**	**M**	**4**	**M**	1. El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. 2. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 3. Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* - *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* - *Daño físico.* - *Fuga.* - *Corrosión.* 4. Bajo condiciones normales se deberá renovar anualmente el sello mecánico. 5. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General Acciones de atención inmediata. Reemplazar las válvulas de alivio cada 11 años, o bien, si la válvula de alivio de presión muestra evidencia de derrame, de operación indebida o se tenga sospecha de su funcionamiento esta debe ser remplazada.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.6	¿Qué pasa si hay una presión menor en la bomba?	1.Obstrucción del filtro. 2.Válvula de succión bloqueada. 3.No alineación de las válvulas de bola recta. 4.Fuga en la tubería de succión.	Cavitación de bomba. Reducción en la eficiencia y tiempo de vida útil de la bomba.	- Válvula de retorno automático (By-pass) Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo. 2. Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas. 3. El operador deberá llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. 4. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 5. Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.	Gerente General Reemplazar las válvulas de alivio cada 11 años, o bien, si la válvula de alivio de presión muestra evidencia de derrame, de operación indebida o se tenga sospecha de su funcionamiento esta deberá ser remplazada. Consultar con la unidad de verificación en materia de GLP. La instalación de los manómetros.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.7	¿Qué pasa si la bomba tiene flujo reducido?	1.La válvula interna está parcialmente cerrada. 2.Excesiva restricción en la succión. 3.Existen partes gastadas o dañadas. 4.Descarga restringida. 5.Válvula de alivio gastada o mal calibrada.	Cavitación. Reducción en la eficiencia y tiempo de vida útil de la bomba. Retraso en la operación.	- Válvula de retorno automático (By-pass). - Filtro de paso. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. El filtro deberá ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. 2. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. 3. Se deberá verificar que no existen fugas en la línea de succión y descarga. 4. Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas. 5. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.3:	Suministro a auto-tanques y vehículos propios de la empresa.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida del almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques mediante las bombas III Corken CK-1022-CF; además del trasiego de GLP a vehículos propios de la empresa mediante la bomba II Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.3.8	¿Qué pasa si hay cavitación en la bomba?	*1.Flasheo* del líquido debido a: -Incremento de temperatura. -Caída de presión, la cual a su vez puede ser provocada por cebado insuficiente, fugas en la línea de succión, restricción en la línea de succión, filtro sucio o dañado, etc.	Menor impulso, ruido y vibración en la bomba y tubería. La vibración causará desgaste y deterioro de la bomba y sus partes, acortando la vida útil del sello, o bien, puede dañarlo. Así como la erosión y adelgazamiento de la tubería. Posible fuga de material inflamable (GLP) a la atmósfera con posibilidad de incendio y/o explosión a través del sello mecánico de la bomba.	Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**2**	**A**	**4**	**M**	**3**	**M**	**4**	**M**	1. Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga. 2. Se deberá verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. 3. Se deberá verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios. 4. Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas. 5. Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Gerente General Acciones de atención inmediata. Consultar con la unidad de verificación en materia de GLP. La instalación de los manómetros.
1.3.9	¿Qué pasa si el motor de la bomba se sobrecalienta?	1.Presión excesiva en la bomba.	Disparo del interruptor. Paro del sistema. Retraso en la operación.	Equipo eléctrico APDE	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1. Se deberá mantener el equipo eléctrico en buenas condiciones.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.4:	Llenado de recipientes transportables.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba I Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.4.1	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encontrara cerrada?	1.Omisión de procedimientos.	Presurización de la línea de líquido. Posible fuga de material inflamable (GLP) a través de uniones de válvulas y/o accesorios. La liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	El múltiple de llenado, consta con tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro. Un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y uno en el muelle de llenado. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**2**	**A**	**3**	**M**	**4**	**M**	**5**	**B**	1.El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. 2.Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.4:	Llenado de recipientes transportables.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba I Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.4.2	¿Qué pasa si se excede el nivel máximo de llenado de los recipientes transportables?	1.Omisión de procedimientos. 2.Falla en el sensor de la báscula	Sobrellenado del recipiente transportable.	Sistema de llenado con control automático con una válvula de cierre con actuación eléctrica. Válvula manual de emergencia en cada una de las derivaciones de llenaderas. Un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y uno en el muelle de llenado. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	1.En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Es decir: Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro. 2.Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
1.4.3	¿Qué pasa si se desprendiera la punta pol del acoplador de llenado?	1.Error del operador debido a rapidez y/o falta de observación.	Fuga de material inflamable. Se considera que es una emisión instantánea debido a que se obtura la salida del GLP por medio de una válvula de cierre rápido. La masa fugada en caso de encontrar una fuente de ignición en el área puede originar una explosión en la misma.	Válvula de cierre rápido Un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y uno en el muelle de llenado. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia..	**2**	**2**	**A**	**3**	**M**	**5**	**B**	**5**	**B**	1.Se deberán realizar acciones de emergencia. • Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que este suministrando. • Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma. • Atacar el fuego (extintores e hidrantes) • Retirar hasta donde sea posible los cilindros cercanos al fuego. • Desalojar el área. 2.Se deberán eliminar fuentes de ignición. 3.Se recomienda instalar detectores portátiles de mezclas explosivas. 4. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 5. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.	Gerente General La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. Detector portátil adquirir en un tiempo máximo de 6 meses a partir de la aprobación de la MIA.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 1:	Trasiego de GLP.	Subsistema 1.4:	Llenado de recipientes transportables.	Fecha de reunión:	17/02/2021
Intención:	Trasiego de GLP en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba I Blackmer LGL-2E.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Mecánico/Isométrico.			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
1.4.4	¿Qué pasa si el recipiente transportable presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado?	1.Estado de conservación deficiente.	Desfonde del tanque, debido a la presión que se ejerce al realizar el llenado del recipiente transportable. Fuga del contenido total del recipiente transportable de GLP., con formación de una nube inflamable y explosiva.	Válvula de manual de cierre de emergencia en cada una de las derivaciones de llenaderas. Sistema de llenado automático. Un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y uno en el muelle de llenado. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	**2**	**2**	**A**	**3**	**M**	**5**	**B**	**5**	**B**	1.Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tienen una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. 2.Los recipientes transportables que adquiera la empresa, deberán comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 3.Se recomienda la instalación de detectores portátiles de detección de mezclas explosivas.	Gerente General Detector portátil adquirir en un tiempo máximo de 6 meses a partir de la aprobación de la MIA.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 2:	Vaciado de recipientes transportables.	Subsistema 2.1:	Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Vaciado de recipientes transportables			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto mecánico				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
2.1.1	¿Qué pasa si algún objeto golpea el recipiente de almacenamiento?	Malos procedimientos de manejo de recipientes transportables.	Posible daño en el cuerpo del recipiente o en alguna de las válvulas.	Se cuenta con un extintor manual de 9 kg de polvo químico seco del tipo ABC en el área de vaciado de recipientes transportables.	3	4	B	4	B	4	B	4	B	Asegurarse que las conexiones y accesorios no presenten anomalías. Se deberá mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión) Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde expone que se debe capacitar al personal de los centros de trabajo.	Gerente de operaciones Acciones inmediatas.

Sistema 2:	Vaciado de recipientes transportables.	Subsistema 2.2:	Mangueras de Gas L.P.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Trasvase y conexión en los recipientes transportables y el múltiple para el vaciado.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto mecánico				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
2.2.1	¿Qué pasa si durante el vaciado de recipientes transportables se desprendiera la manguera?	En caso de que los acoplamientos de la manguera con el recipiente transportable no se encuentren adecuadamente conectados se tiene el peligro de una pequeña explosión debido a la latente fuente de ignición (chispas).	Ninguna	Se cuenta con un extintor manual de 9 kg de polvo químico seco del tipo ABC en el área de vaciado de recipientes transportables.	3	4	B	4	B	4	B	4	B	Asegurarse que las conexiones y accesorios no presenten anomalías. Se deberá mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión) Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde expone que se debe capacitar al personal de los centros de trabajo.	Gerente de operaciones Acciones inmediatas.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 2:	Vaciado de recipientes transportables.	Subsistema 2.3:	Tubería de vaciado de Gas L.P.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Cabezal para el vaciado simultáneo de recipientes transportables.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto mecánico				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
2.3.1	¿Qué pasa si la tubería del múltiple presentara agrietamiento?	Falta de mantenimiento preventivo para retardar la aparición de corrosión.	Durante la actividad de vaciado de recipientes se podría fugar GLP, pudiéndose fugar la cantidad total de los remanentes de los recipientes que en ese momento se encuentren conectados.	Se cuenta con un extintor manual de 9 kg de polvo químico seco del tipo ABC en el área de vaciado de recipientes transportables.	3	4	B	4	B	4	B	4	B	Inspección de semanal de fugas. Se deberá registrar el mantenimiento de los recubrimientos anticorrosivos de las tuberías.	Gerente de operaciones Acciones inmediatas.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 3:	Contra incendio	Subsistema 3.1:	Bomba eléctrica y combustión interna.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Impulsar el agua de la cisterna hacia los elementos (sistema de aspersión y/o hidrantes) que lo requieran			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
3.1.1	¿Qué pasa si el acumulador de la bomba no se encuentra conectado?	Falta de pruebas al sistema.	En caso de una emergencia la bomba no se podría activar la bomba.	Se cuenta con dos bombas una eléctrica y una de motor de combustión interna.	3	5	B	5	B	5	B	5	B	1. Se deberán realizar pruebas semanales al sistema	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.1.2	¿Qué pasa si no se instalara adecuadamente la válvula de alivio de aire?	Falta de capacitación del personal de instalación o mantenimiento Diseño inadecuado.	En caso de sobrecalentamiento por uso constante, la bomba se podría incendiar.	Se cuenta con dos bombas una eléctrica y una de motor de combustión interna.	4	5	B	5	B	5	B	5	B	1. Se deberán realizar pruebas semanales al sistema	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.1.3	¿Qué pasa si falla la activación de las bombas durante un incendio?	Falta de capacitación a las brigadas contra incendio.	Propagación del incendio y/o calentamiento de los recipientes de almacenamiento de GLP.	Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se cuenta con extintores de PQS con capacidad de 9 kg cada uno, dos extintores de CO_2 (localizado en el tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía) y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco (área de almacenamiento).	3	2	M	3	M	5	B	3	M	1. Se deberán realizar pruebas semanales al sistema	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 3:	Contra incendio	Subsistema 3.2:	Cisterna de almacenamiento de agua.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Almacenamiento de agua potable para su uso en los sistemas contra incendios			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
3.2.1	¿Qué pasa si la cisterna de agua no alcanza el 70% de su capacidad?	Acumulación de agua y falta de mantenimiento.	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en la planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se tome más insegura.	Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se cuenta con extintores de PQS con capacidad de 9 kg cada uno, dos extintores de CO_2 (localizado en el tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía) y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco (área de almacenamiento).	3	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberá supervisar diariamente el nivel de llenado de la cisterna para el almacenamiento de agua contra incendio.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.2.2	¿Qué pasa si existe acumulación de basura en la cisterna?	Falta de mantenimiento y buenas prácticas.	Taponamiento para el suministro de agua para las bombas del sistema contra incendio.	Ninguna.	3	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberá programar la limpieza de la cisterna para el almacenamiento de agua.	Gerente General Anual

Sistema 3:	Contra incendio	Subsistema 3.3:	Sistema de aspersión.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Distribución de agua sobre la superficie de los recipientes para evitar el calentamiento de éstos.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
3.3.1	¿Qué pasa si los rociadores se encuentran bloqueados?	Incrustaciones (sales minerales) en los rociadores.	En caso de una emergencia la bomba no se podría activar la bomba.	Ninguna	3	4	B	5	B	3	M	3	M	Se deberán realizar pruebas semanales al sistema En caso de un constante bloqueo, determinar la factibilidad de un suavizador de agua.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.3.2	¿Qué pasa si el agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal?	Fuga en el sistema de tuberías. Taponamiento de las tuberías.	No se formará la neblina suficiente para cubrir el recipiente ni la cantidad de agua será la suficiente para realizar un enfriado eficiente.	Ninguna	2	4	M	4	M	3	M	3	M	Se deberán realizar: - Pruebas semanales al sistema. - Medición de presión del sistema. Se recomienda verificar la factibilidad de la instalación de una bomba jockey.	Gerente General Acciones de atención inmediata. La unidad de verificación en materia de GLP determinará la factibilidad de instalación de dicha bomba.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 3:	Contra incendio	Subsistema 3.4:	Hidrantes.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Distribución de agua para la sofocación de incendios.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
3.4.1	¿Qué pasa si el extremo de la manguera no cuenta con chiflón?	Falla de supervisión.	No se podría formar neblina para sofocar incendios o enfriar recipientes.	Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se cuenta con extintores de PQS con capacidad de 9 kg cada uno, dos extintores de CO_2 (localizado en el tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía) y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco (área de almacenamiento).	3	3	M	4	B	5	B	4	B	Se deberán realizar pruebas semanales al sistema.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.4.2	¿Qué pasa si el personal de la brigada no sabe realizar las maniobras de acercamiento y neblina?	Falta de capacitación y falta de práctica.	Exposición a radiación térmica en caso de incendio y retraso en la sofocación del incendio.	Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se cuenta con extintores de PQS con capacidad de 9 kg cada uno, dos extintores de CO_2 (localizado en el tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía) y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco (área de almacenamiento).	2	3	M	4	M	5	B	4	M	Se deberá brindar capacitación teórico práctica al personal de brigada contra incendio conforme a lo solicitado en los numerales 11.2 t 11.2 de la NOM-002-STPS-2010. Se deberán realizar simulacros de acuerdo al numeral 10.2 de la NOM-002-STPS-2010.	Gerente General Anual

Sistema 3:	Contra incendio	Subsistema 3.5:	Extintores	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Proveer agentes de supresión de incendios.			Miembros del equipo: EEGM, YCL, IERJ, JMK.	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio				

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
3.5.1	¿Qué pasa si las boquillas de los extintores se encuentran rotas?	Falta de supervisión y reemplazo	El agente extintor no se podrá expandir.	Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto individual de 350 L/min, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta.	3	3	M	4	B	4	B	4	B	Se deberá realizar un programa de inspección semanal del sistema contra incendio.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
3.5.2	¿Qué pasa si los extintores no han sido recargados?	Falta de supervisión y reemplazo	Esparcimiento de un incendio pequeño por falta de pronto sofocamiento.	Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto individual de 350 L/min, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta.	3	3	M	4	B	4	B	4	B	Se deberá programar anualmente la recarga de los extintores.	Gerente General Anual

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 4:	Neumático	Subsistema 4.1:	Compresor de aire.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Proveer aire a alta presión a los actuadores de las válvulas internas y válvulas de cierre remoto en las líneas de suministro.			Miembros del equipo:	
Plano:	ND			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
4.1.1	¿Qué pasa si existe un ruido y vibración excesiva en el compresor?	1. Falta de aceite en el cárter. 2. Tornillos de cabezal o motor flojos. 3. Polea y volante desalineados. 4. Cigüeñal de compresor doblado.	Daño en el motor.	Ninguna	2	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberá incluir en el programa de mantenimiento al compresor de aire.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
4.1.2	¿Qué pasa si hay fuga de aceite ?	1. Anillos de pistón desgastados. 2. Viscosidad inadecuada.	Daños en los cilindros.	Ninguna	2	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberá incluir en el programa de mantenimiento al compresor de aire.	Gerente General Anual
4.1.3	¿Qué pasa si la presión en el tanque receptor se acumula lentamente?	1. Filtro de aire sucio. 2. Desgaste en válvulas 3. Fugas de aire.	Que la presión de aire no llegue al nivel indicado para cierre o apertura de las válvulas.	Ninguna	4	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberá registrar el compresor ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, conforme a lo solicitado en la NOM-020-STPS-2011.	Gerente General

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 4:	Neumático	Subsistema 4.2:	Actuador neumático de válvulas internas y de cierre de emergencia.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Distribución de agua para la sofocación de incendios.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
4.2.1	¿Qué pasa si la presión de aire no es suficiente para el cierre o apertura?	Fugas en líneas.	No se podría activar el cierre o apertura de las válvulas neumáticas.	Válvulas manuales tipo de globo recta.	3	3	M	4	B	4	B	4	B	Se deberán realizar pruebas periódicas al sistema neumático.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
4.2.2	¿Qué pasa si el diafragma está dañado?	Equipo o material fuera de especificación.	No se podrían activar el cierre o apertura de las válvulas neumáticas.	Válvulas manuales tipo de globo recta.	4	3	B	3	B	4	B	5	B	Se deberán realizar pruebas periódicas al sistema neumático.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

Sistema 3:	Neumático	Subsistema 4.3:	Tubería de aire.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Transportar el aire a presión del compresor a los activadores neumáticos.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Sistema Contra Incendio			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
4.3.1	¿Qué pasa si la tubería se encuentra corroída?	Falta de mantenimiento o de un recubrimiento adecuado que retarde la corrosión.	Fuga de aire en las líneas. No se podrían activar el cierre o apertura de las válvulas neumáticas.	Válvulas manuales tipo de globo recta.	3	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberán realizar pruebas periódicas al sistema neumático.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones

RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes

RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 5:	Eléctrico	Subsistema 5.1:	Transformador eléctrico	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Aumentar o disminuir el voltaje y corriente.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Eléctrico			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
5.1.1	¿Qué pasa si el suministro de la electricidad de la red pública (CFE) falta debido a algún corte, irregularidad o descarga?	Caída de rayo. Fallas de voltaje.	Descompostura del aislante del transformador pudiendo desencadenar un corto circuito.	Apartarrayos autovalvulares.	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	Gerente General Acciones de atención inmediata.
5.1.2	¿Qué pasa si hay descarga parcial en el transformador?	Sobretensión.	Daño en el aislante del equipo.	Ninguna	**2**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

Sistema 5:	Eléctrico	Subsistema 5.2:	Tablero eléctrico	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Distribución de la energía a los diferentes elementos que la requieran, así como proteger los circuitos.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Eléctrico			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
5.2.1	¿Qué pasa si existe un corto circuito?	Sobretensión.	Que se quemen los aislantes de los circuitos.	Interruptores termomagnéticos.	**4**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	**5**	**B**	Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

Sistema 5:	Eléctrico	Subsistema 5.3:	Conexiones eléctricas.	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Aumentar o disminuir el voltaje y corriente.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Eléctrico			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

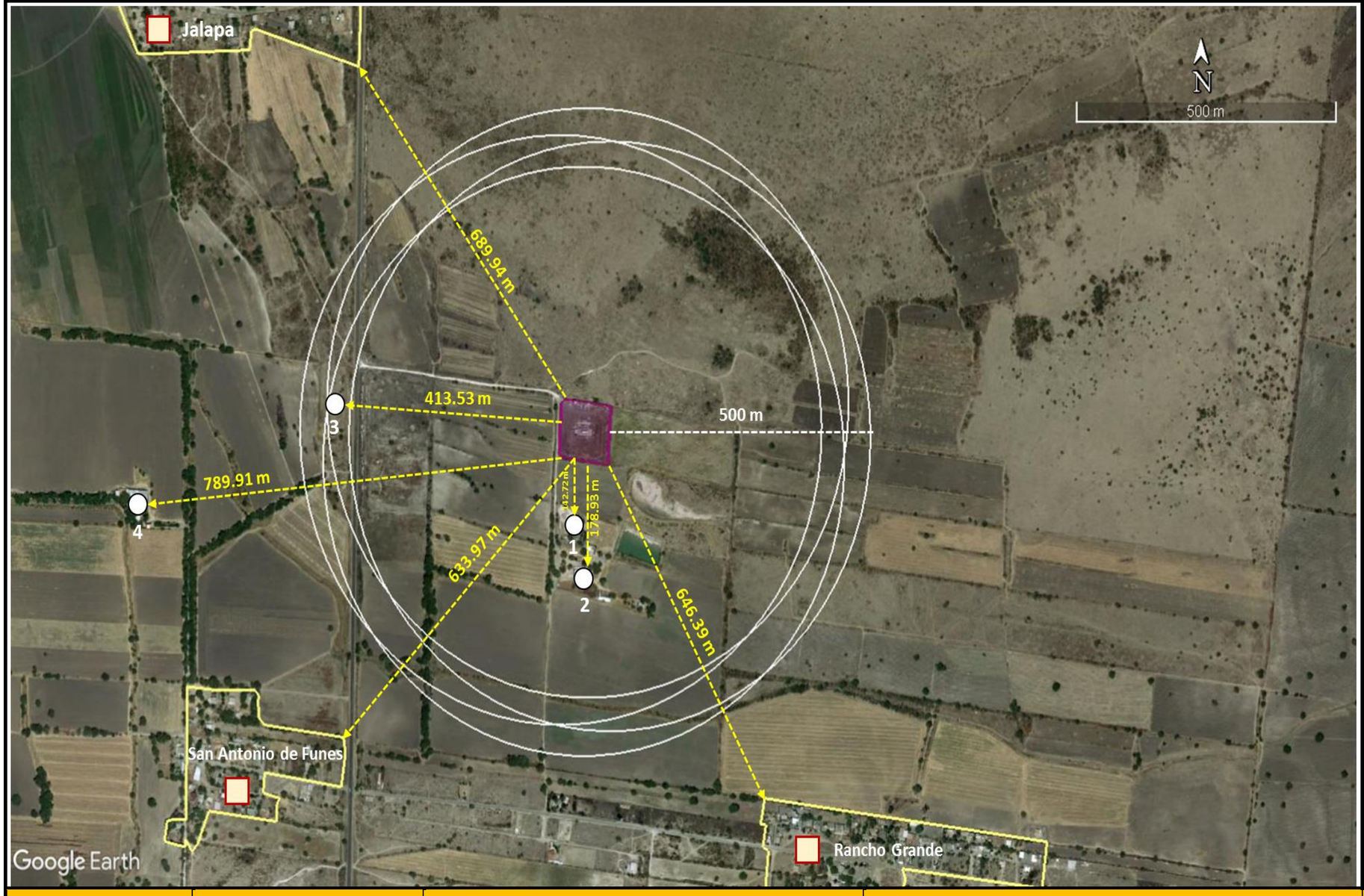
No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
5.3.1	¿Qué pasa si durante las operaciones en planta se suscitara una fuga de GLP y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado?	Fuga de GLP. Falta de supervisión y mantenimiento a la instalación eléctrica.	En caso de que los registros no se encuentren adecuadamente ensamblados se tiene el peligro de una pequeña explosión debido a la latente fuente de ignición (chispas).	Se cuenta con instalaciones eléctricas a prueba de explosión APDE, lo cual implica que los accesorios son capaces de soportar la explosión que pueda ocurrir en el interior sin que ésta afecte a otros equipos o accesorios. En la planta se cuenta con dos extintores de CO_2, el cual es adecuado para conatos de incendio en instalaciones eléctricas.	3	4	B	4	B	4	B	4	B	1. Se deberá realizar la revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado. 2. Se deberá elaborar los procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011. 3. Se deberá elaborar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de eventos que impliquen equipos eléctricos.	Gerente General Acciones de atención inmediata.

Sistema 5:	Eléctrico	Subsistema 5.4:	Conexiones a tierra	Fecha de reunión:	18/02/2021
Intención:	Distribución de la energía a los diferentes elementos que la requieran, así como proteger los circuitos.			Miembros del equipo:	
Plano:	Plano Proyecto Eléctrico			EEGM, YCL, IERJ, JMK.	

No.	¿Qué pasa si?	Causa	Peligro Consecuencia	Salvaguardas	FR	F	RF	L	RL	LH	RLH	DB	RDB	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
5.4.1	¿Qué pasa si no existe una adecuada conexión a tierra?	Falta de mantenimiento y de medición de la resistencia de la puesta a tierra.	Falta de control en la generación de electricidad estática.	Ninguna	2	5	B	5	B	5	B	5	B	Se deberán realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la puesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.	Gerente General Anual.

FR: Frecuencia
F: Fatalidades
RF: Riesgo de fatalidades
L: Lesiones
RL: Riesgo por lesiones
LH: Liberación de hidrocarburos
RLH: Riesgo por liberación de hidrocarburos
DB: Daños a bienes
RDB: Riesgo por daño a bienes

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



Razón social
"Sonigas, S.A. de C.V."
Proyecto
Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón
Ubicación
Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

Simbología

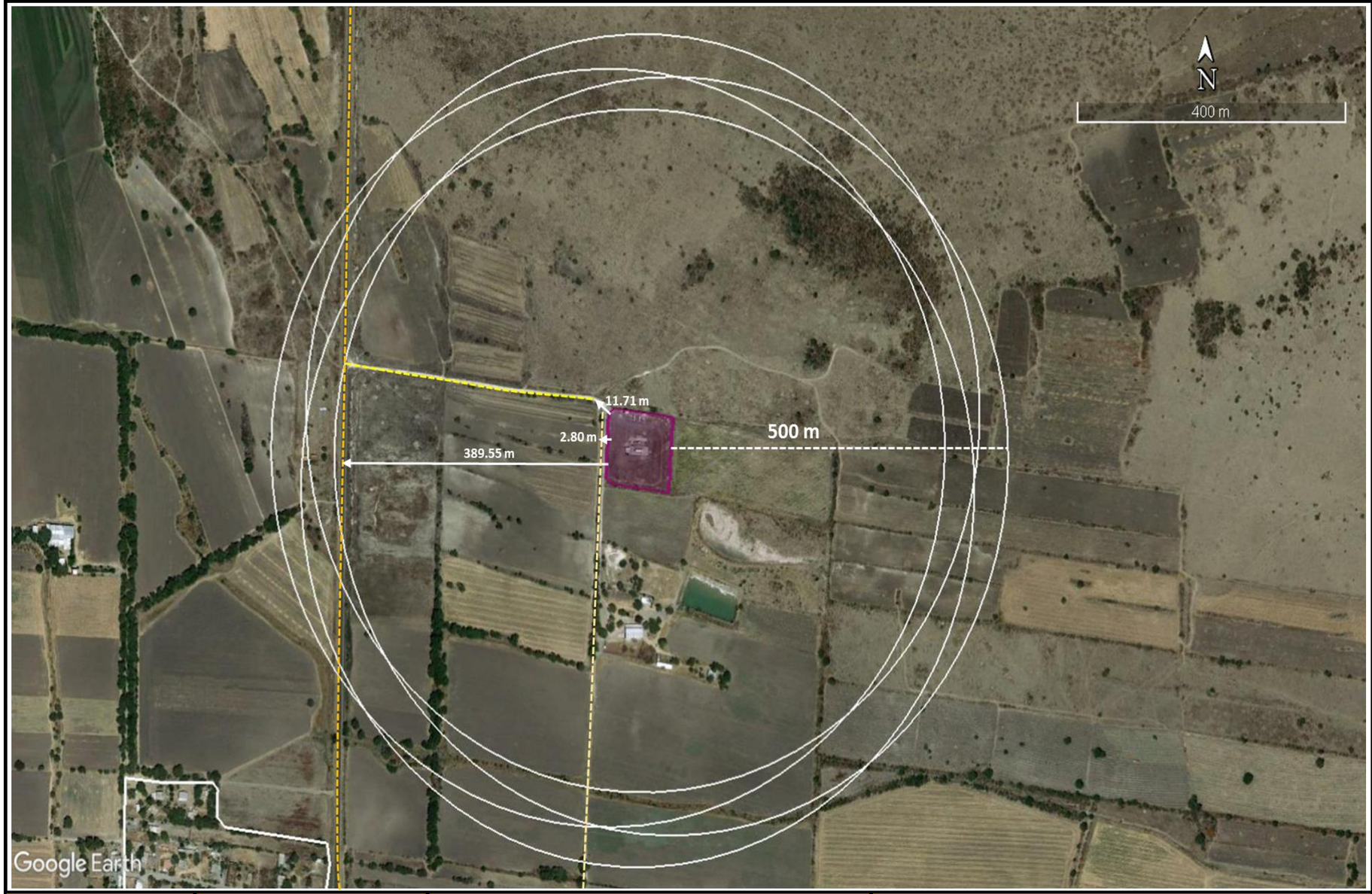
	Planta de Distribución de Gas L.P.
	Localidades urbanas
	Asentamientos dispersos



Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN EN TORNO A UN RADIO DE 500 M
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

INFRAESTRUCTURA EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.



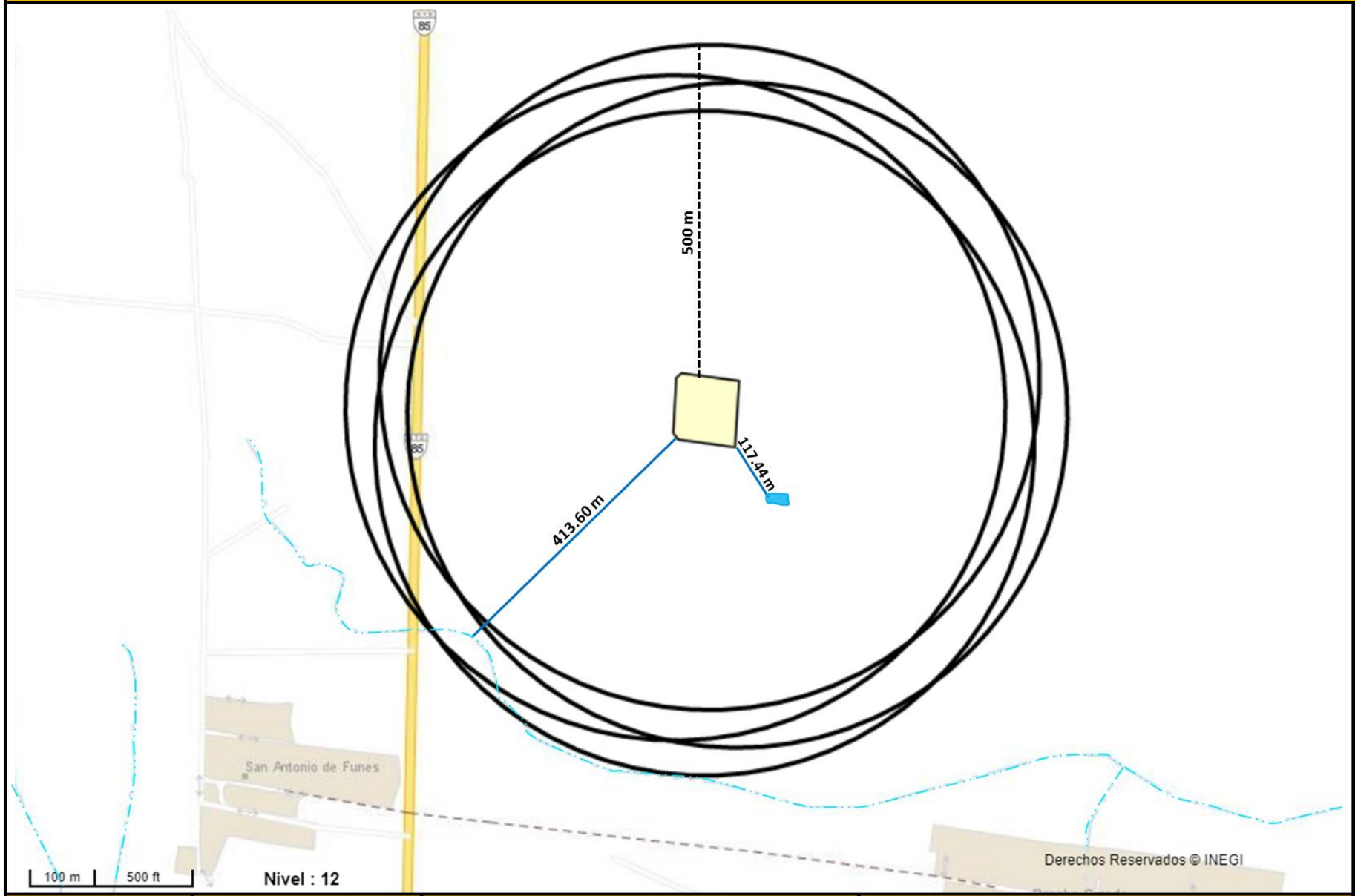
Razón social
"Sonigas, S.A. de C.V."
Proyecto
Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón
Ubicación
Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.
Simbología
Planta de Distribución de Gas L.P.
Carretera León – La Muralla
Camino de acceso
Camino vecinal



Fuente: Red Nacional de Caminos

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		INFRAESTRUCTURA EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

COMPONENTES AMBIENTALES EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.



CASIPA

Razón social
"Sonigas, S.A. de C.V."
Proyecto
Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón
Ubicación
Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Corrientes de agua intermitentes.
	Cuerpo de agua intermitente



Fuente: Mapa Digital de México

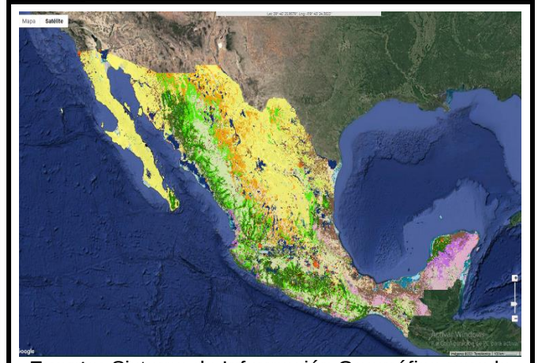
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		COMPONENTES AMBIENTALES EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

USO DE SUELO EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.



Razón social
"Sonigas, S.A. de C.V."
Proyecto.
Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón
Ubicación
Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.
Simbología

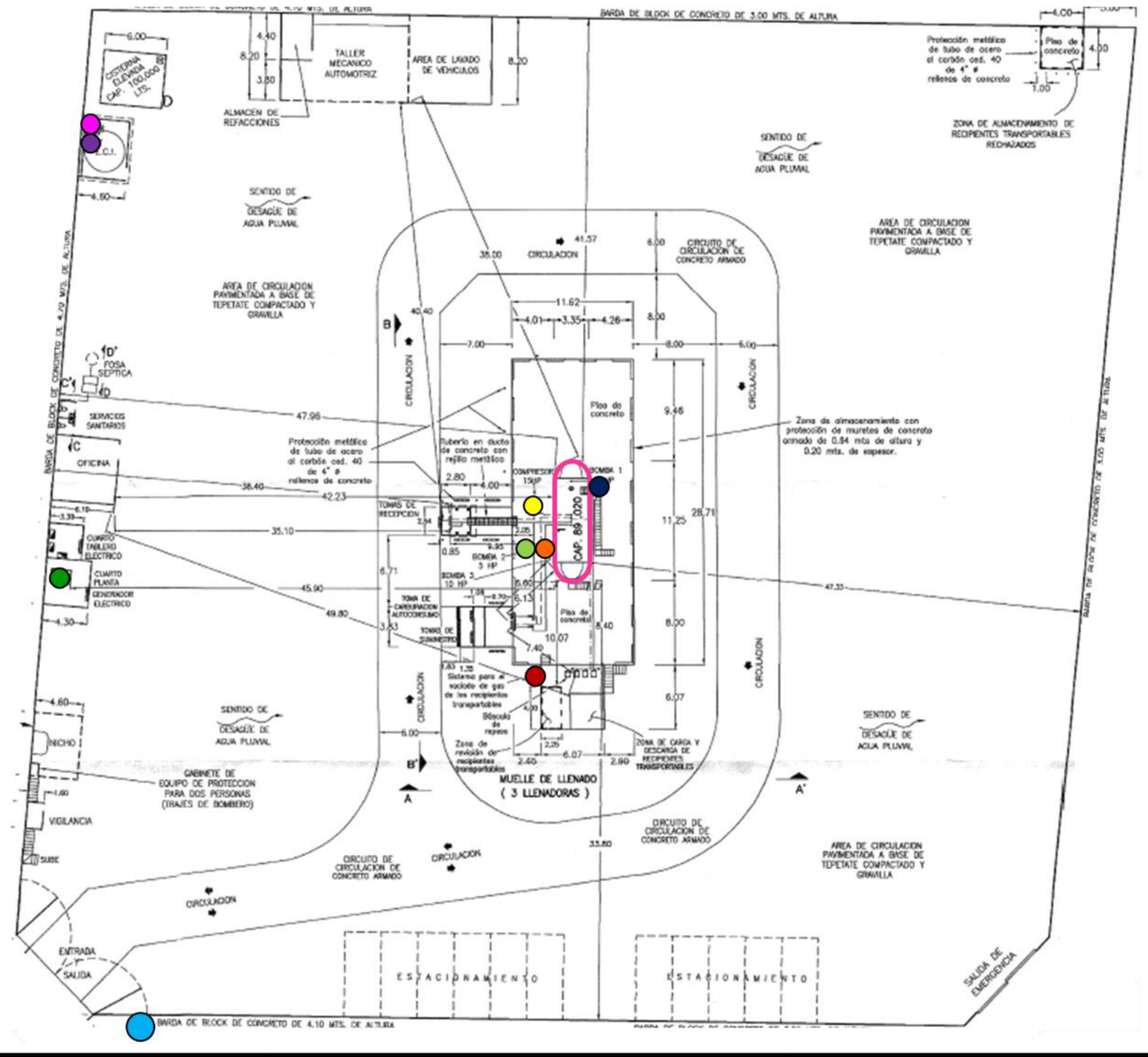
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Matorral xerófilo
	Agricultura de riego
	Agricultura de temporal



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

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		**USO DE SUELO EN TORNO A UN RADIO DE 500 M**
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES



CASIPA

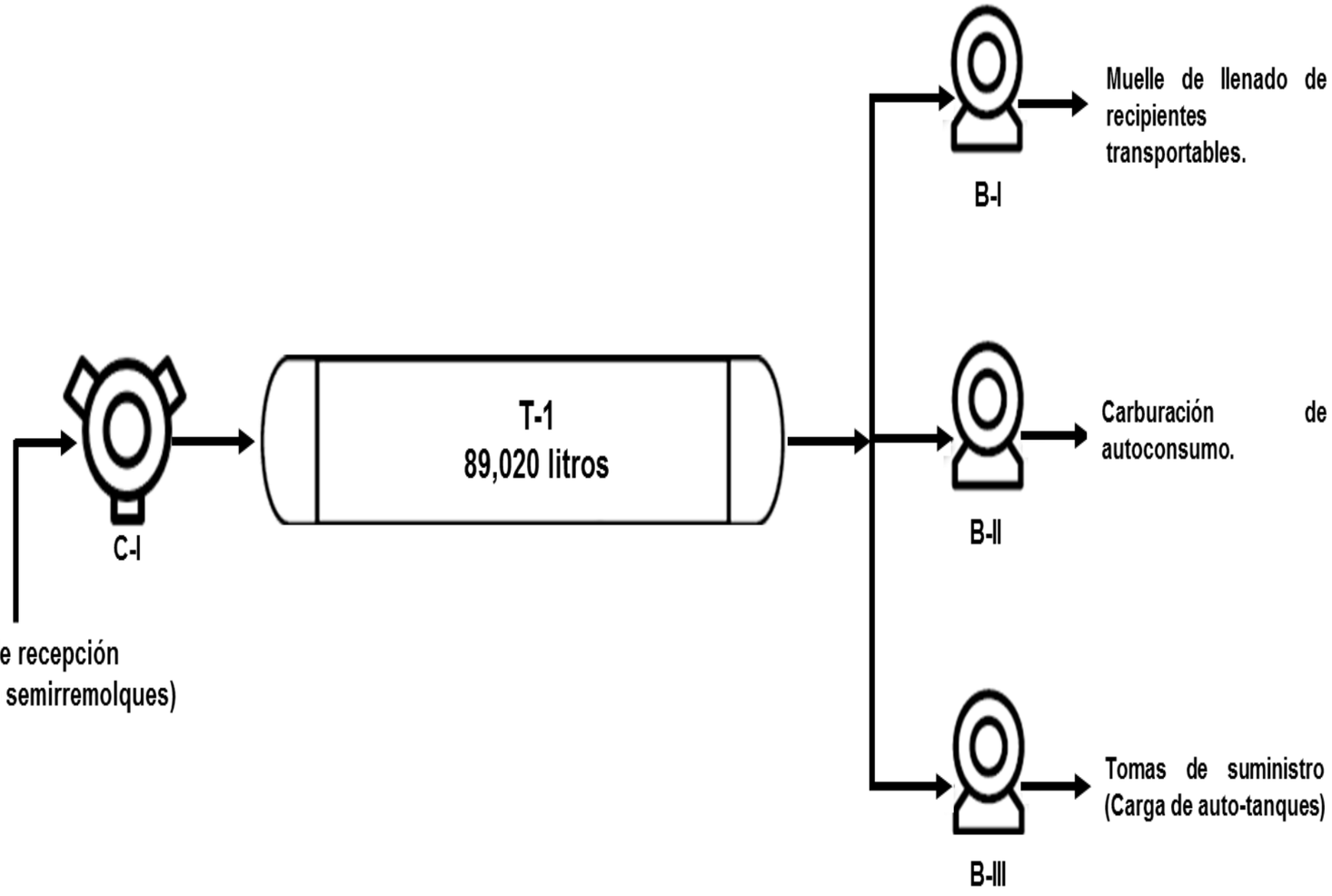
Razón social
"Sonigas, S.A. de C.V."
Proyecto.
Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón
Ubicación
Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

Simbología

	Tanque de almacenamiento
	Compresor (Recepción de semirremolques)
	Bomba I (Llenado de recipientes transportables)
	Bomba II (Toma de carburación de autoconsumo)
	Bomba III (Suministro de Gas L.P. a autotanques)
	Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes (sistema de vaciado de recipientes transportables
	Bomba I (motor eléctrico)
	Bomba II (Motor de combustión interna)
	Transformado eléctrico
	Generador eléctrico

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS. BALANCE DE MATERIA



Razón social

"Sonigas, S.A. de C.V."

Proyecto.

Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón

Ubicación

Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

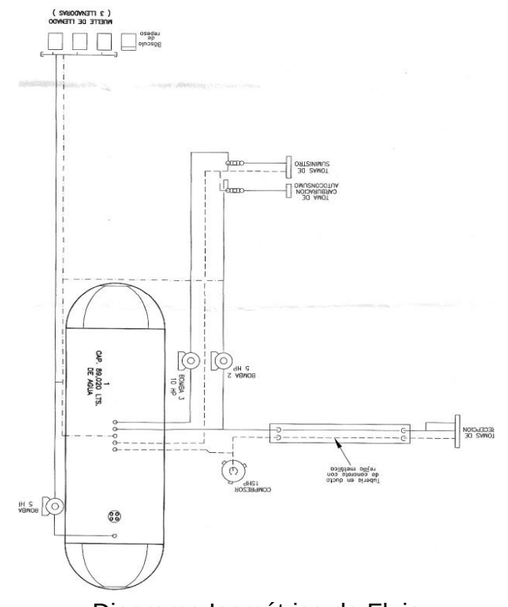
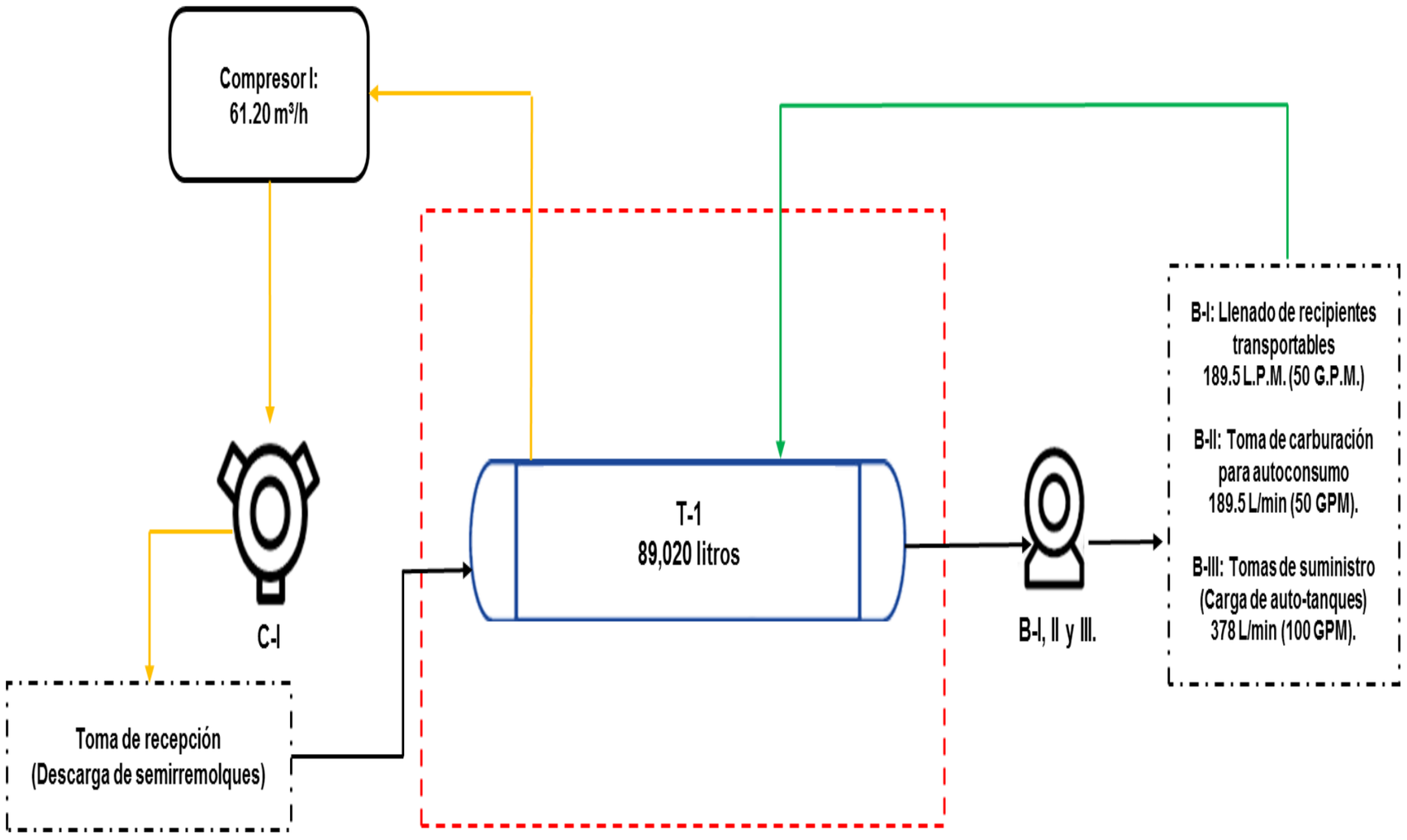


Diagrama Isométrico de Flujo

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS. BALANCE DE MATERIA



Razón social

"Sonigas, S.A. de C.V."

Proyecto.

Planta de Distribución de Gas L.P., San Francisco del Rincón

Ubicación

Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

Simbología

———	Flujo de gas – líquido
———	Flujo de gas – vapor
———	Flujo de gas-líquido de retorno
- - -	Delimitación del sistema

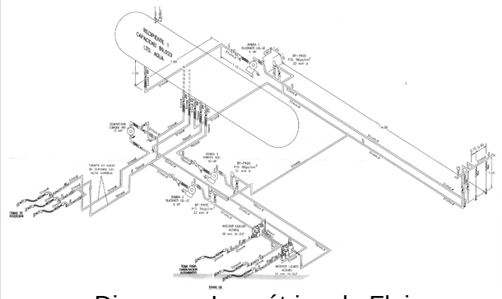


Diagrama Isométrico de Flujo

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/01/2021	Elaboró: I.Q. Yazmin Calzeta López		BALANCE DE MATERIA
		Revisó: I. Q. Elizabeth Elke Galindo Monterrosas		
		Aprobó: I.Q. José Morales Ku		

ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO II

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

SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

PREDIO RÚSTICO DENOMINADO RANCHO GRANDE DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, ESTADO DE GUANAJUATO.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

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 perdida 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 matemát+icos 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 la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **"Sonigas, S.A. de C.V."**:

Tabla II.1 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 una 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 en el capítulo anterior se realizó con el software **SCRI – Fuego Ver. 2.0,** 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 ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LAS MODELACIONES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

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

Las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. fueron calculadas considerando este como una mezcla propano/butano, en proporciones 60-40%. En tanto que las condiciones de operación de manera general fueron especificadas en el apartado I.3 de la presente guía y de forma puntual en el desarrollo de cálculo de cada uno de los escenarios a modelar en función de dichas propiedades y de la información técnica proporcionada por el Promovente, tal como memoria técnico descriptiva y planos de las instalaciones.

Tabla II.36 Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano (60%) / Butano (40%)

	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 (ºK)	247.7300	231.02	272.66
Temperatura crítica (ºK)	391.9460	369.83	425.12
Presión critica (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. ºK)	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 estequiometria (%)	--	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 (“Plume”), 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.EPAb, 1997, se tiene que:

a) 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).
b) 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:

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

2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:

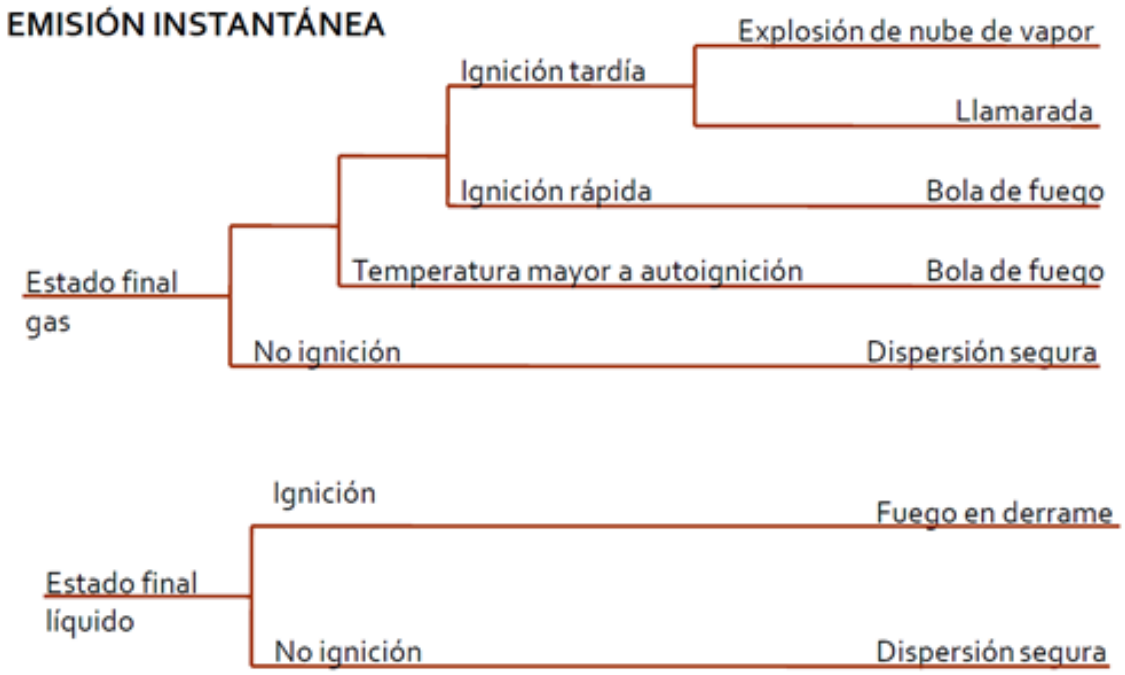


Figura II.1 Esquematización del desarrollo de una emisión instantánea.

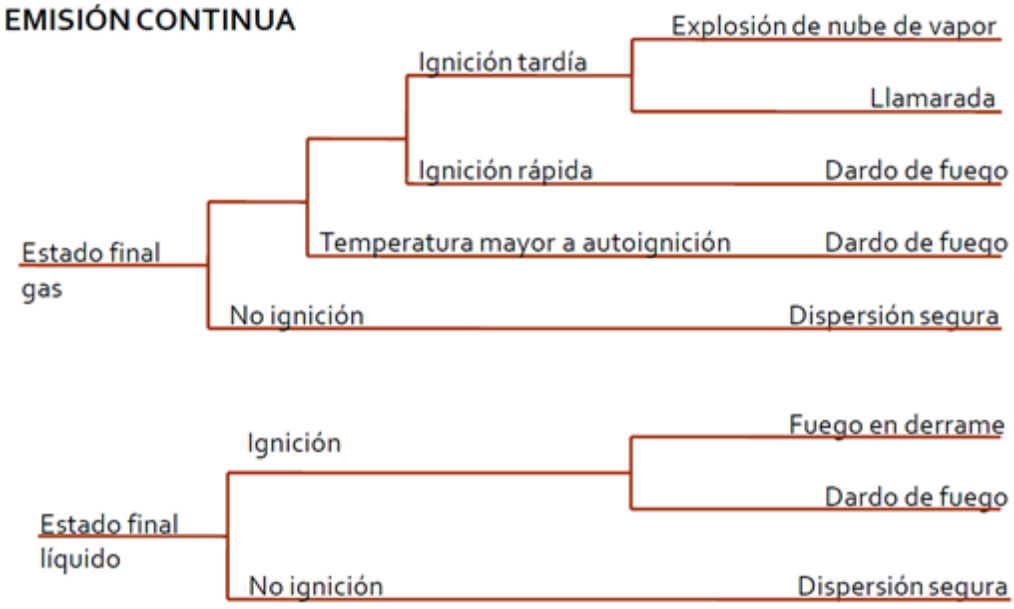


Figura II.2 Esquematización del desarrollo de una emisión continua.

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 el tanque 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:

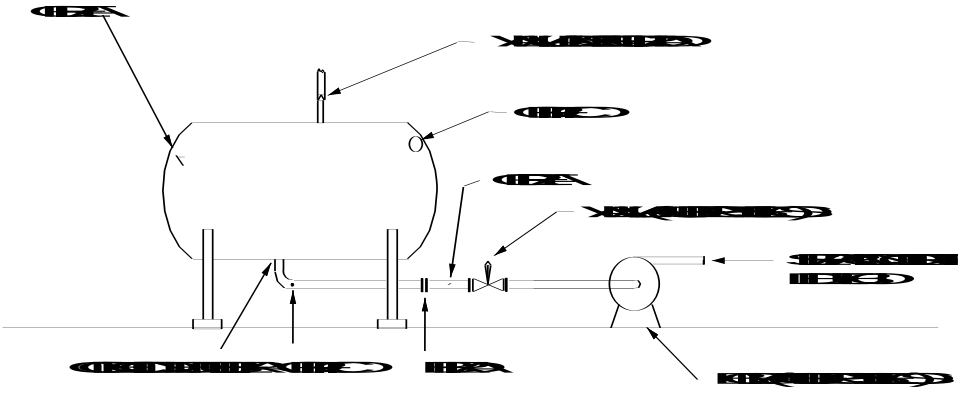


Figura II.3. Esquematización de las diferentes fuentes de emisión.

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 II.37, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos mecánicos en equipo rotatorio, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.

Tabla II.2. Diámetro equivalente de fuga para el caso más probable.

	Diámetro equivalente de fuga
Línea de proceso ¾” ≤DN≤ 2”	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
Línea de proceso 2” ≤DN≤ 4”	DEF= 0.6” (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en la soldadura)
Línea de proceso 6” ≤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-GDOESSSPA-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 II.3. Condiciones meteorológicas del sitio.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio.	T	19.3	°C
Velocidad y dirección del viento. (Oeste)	u	1.5	m/s
Humedad relativa del sitio.	H_w	59	%
Presión atmosférica.	P_A	81983	bar

Fuentes: Temperatura: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en la Estación Meteorológica número 00011035 “La Sandia”, ubicada a una altura de 1,771 msnm en las coordenadas latitud: 20°55'14" N - Longitud: 101°41'51" W.
Humedad, velocidad y dirección de viento: Estación “Purisima de Rincón” periodo 2010-2020. https://sinaica.inecc.gob.mx/
Presión atmosférica: En función de la altura del lugar, 1,771 metros sobre el nivel del mar.

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

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

Tabla II.4. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m²	**12.5 kW/m²**	**ALTO RIESGO 5 kW/m²**	**AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m²**
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 II.5 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***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, estás 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.

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede afirmar que, dadas las medidas de seguridad con las que contará la planta de distribución de gas l. p. es poco probable que se materialice un escenario de riesgo. Asimismo, es importante señalar que, dentro de los escenarios identificados, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia, es decir, casos más probables, como son los escenarios No. 1, 4, 6 y 7. Y que, en el caso de materializarse, estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Cabe señalar que el desarrollo del escenario 2 (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3, que, a su vez, es considerado como el evento iniciador que desencadena el evento 5, estos eventos (3 y 5) son considerados como catastróficos o peores casos (de menor probabilidad, pero de mayor daño). No obstante, es importante aclarar que, para efectos de determinar las zonas máximas de afectación, se consideró aquel que involucra la liberación masiva del recipiente con mayor capacidad de almacenamiento.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

En el Apartado “A” se integra el Anexo 2. Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados.

ESCENARIO 001
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA ANTE UN MOVIMIENTO INESPERADO DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido.}$	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.00204\, m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0\, m)(0.0020428\, m^2) = 0.00613\, m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$
$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\, m)(0.0020428\, m^2) = 0.01430\, m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen\ total = 0.00613\, m^3 + 0.01430\, m^3 = 0.02043\, m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|591.82 \frac{kg}{m^3}\right| 0.0204281\, m^3| = 12.0898\, kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Se supone que el escape accidental de **12.0898 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.01 hasta 4.14 m	4.41 m	4.87 m
L.I.I. 1.8%	0.00 hasta 2.12 m	3.32 m	3.48 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) desde el origen de la fuga hasta los 2.12 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará hasta los 4.14 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 4.87 m y fatalidades en un radio de 3.48 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA (NVNC)

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **12.08982 kg** 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.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m

ESCENARIO 002
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE EL SÚBITO DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO, MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido.}$	591.820	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la válvula de descarga.	Ø	2	In
Capacidad nominal de líquido del compresor.	L	813.33	L/min
Desplazamiento del compresor.	Q_v	61.20	m^3/hr
Tiempo de respuesta.	t	30	s

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.00204\, m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0\, m)(0.0020428\, m^2) = 0.00613\, m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$
$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\, m)(0.0020428\, m^2) = 0.01430\, m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen\ total = 0.00613\, m^3 + 0.01430 m^3 = 0.02043\, m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|591.82 \frac{kg}{m^3}\right| 0.02043\, m^3| = 12.0898\, kg$$

Se considera que esta masa entra a la atmósfera a través de una emisión instantánea.

Pero debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor en un tiempo de medio minuto la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento hasta el semirremolque. El compresor marca Corken 491 tiene una capacidad nominal de líquido de 813.33 LPM con desplazamiento de vapor de 61.20 m^3/hr.

Masa de Gas L.P. que se fuga por la acción del compresor:

$$(\rho_{líq})(V)(t) = masa\ Gas\ L.P._{fugada\ compresor}$$

$$Capacidad\ nominal\ del\ líquido\ del\ compresor\ 813.33\ L/\min = 0.81333\ m^3/min$$
$$= \mathbf{8.0224}\ \mathbf{kg/s}$$

$$\left(591.82\frac{kg}{m^3}\right)(0.81333\ m^3/min)(0.5\ min) = 240.6725\ kg$$

Masa total liberada:

$$masa\ Gas\ L.P._{fugada\ compresor} + masa\ Gas\ L.P._{manguera+tubería}$$

$$\boldsymbol{masa_{total-liberada} = 252.7623\ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Tasa de emisión (QS): Caudal de la masa de la fuente.	8.0224	Kg/s
Área de la fuente (AS) $AS = \frac{RHOSL * A_r}{\rho_m}$	0.1518	m^2
Altura de la fuente (HS) (Para un chorro horizontal es la altura a la que se encuentra la emisión)	0.7	m
Temperatura del material de la fuente (TS) $TS = \left(\frac{1}{\gamma}\right) * \left[1 + (\gamma - 1) * \left(\frac{P_a}{P_{st}}\right)\right] * T_{st}$	266.9297	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO) $CMEDO = 1.0 - CPSL * \left[\frac{(T_{ST} - TBP)}{DHE}\right]$	0.7502	Adimensional

Duración de emisión continua:	0.5	min
Temperatura de ebullición **(TBP)**=	247.7300	K
Calor especifico del material en la fase líquida a TBP **(CPSL)** =	2271.06	J/Kg K
Calor de vaporización a temperatura de ebullición TBP **(DHE)** =	406524.42	J/kg
Temperatura en almacenamiento (T_{st})=	292.45	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7502	
gamma (Cp/CV) radio de calores especificos **(γ)=**	1.11	
Presión atmosférica ambiental (**Pa)**=	81983	Pa
Presión de almacenamiento (P_{st})=	686465.5	Pa
Temperatura de almacenamiento (T_{st})=	292.45	K
Temperatura del material en la fuente (TS)=	266.9297	**K**
Fracción de masa líquida inicial (**CMEDO)**=	0.7502	
Densidad del líquido del material en la fuente (**RHOSL)**=	591.82	kg/m^3
Densidad del vapor del material a temperatura de ebullición TBP (**RHOS)**=	2.01	kg/m^3
Densidad de la mezcla vapor-liquido (pm)=	7.9643	**kg/m^3**

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.89 hasta 27.02 m	13.54 m	27.02 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.95 hasta 19.01 m	9.15 m	19.01 m
Para L.S.I. 9.3%	2.14 hasta 6.99 m	1.35 m	6.99 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor con capacidad real de **813.33 L.P.M.** alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.95 hasta los 19.01 m. El 0.5 L.I.I. alcanzará los 27.02 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 27.02 m y fatalidades en un radio de 19.01 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE).

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de la válvula de descarga del semirremolque equivalente a **8.0224 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
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**
16.06 m	27.18 m	42.51 m	77.51 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **252.7623 kg** 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.

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
24.37 m	49.74 m	113.55 m	193.02 m

ESCENARIO 003
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL CALENTAMIENTO DE ESTE A CAUSA DE LA RADIACIÓN TÉRMICA QUE GENERA EL DARDO DE FUEGO ORIGINADO POR EL CHORRO PRESURIZADO QUE SE DESPLAZA HORIZONTALMENTE A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción.	**Símbolo**	**Cantidad**	**Unidades**
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación.	%	0.8	%
Volumen en operación.	Vr	38000	L
	Vr	38.0	m^3
Volumen libre que puede ocupar la fase gas.	Vl	9500	L
	Vl	9.5	m^3
Masa del volumen en operación.	**mt**	**22,489.16**	**kg**
Masa de la fase gas del volumen en operación.	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar.	**%E**	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm.	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T_0	348.2463	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.5244	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E_{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	**m_{TNT}**	**109.7421**	**kg**

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
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**
177.60 m	340.31 m	544.83 m	1016.21 m

CARACTERISTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	163.71 m
Altura al centro de la bola de fuego	122.79 m
Duración de la bola de fuego	12.70 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (T=12.70 S)				
Efecto	**Radiación kW/m²**	**Dosis (W/m2)^4/3 s**	**Distancia (m)**	
			Centro BF	**A nivel de piso**
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²)^4/3 s	4.16	85.00	605.68	593.10
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²)^4/3 s	9.34	250.00	411.26	392.50
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²)^4/3 s	15.72	500.00	320.69	296.25
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²)^4/3 s	44.45	2000.00	195.00	151.49

b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
18.56 m	37.87 m	86.45 m	146.95 m

ESCENARIO 004
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. EN CONEXIONES, ACCESORIOS O INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA DE GAS LÍQUIDO DE LA TOMA DE RECEPCIÓN, DEBIDO A SOBREPRESIÓN DE LA LÍNEA DURANTE LA DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	M	49.71 kg/kmol
Constante de los gases	R	8314 J/kmol·K
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42 J/kg
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73 °K
Temperatura de almacenamiento	T_s	292.45 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	454265.1150 Pa

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

p_a =	81930	Presión ambiental (*Pa*)
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
g =	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	454265.115	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
p_h =	454265.115	*Presión en el agujero (Pa)*

En tanto que la presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s}\right)\right]$$

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

A_0 =	8.10732E-05
A_1 =	1
β^4 =	8.10732E-05

C =	0.65	Coeficiente de descarga (adimensional)
β^4 **=**	6.57286E-09	
K **=**	0.65000	

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 **=**	8.10732E-05	Área del agujero (m^2)
ρ_s **=**	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h **=**	454265.115	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a **=**	81983	Presión ambiental (*Pa*)
K **=**	0.6500	Adimensional
E **=**	1.1062	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un **tiempo de respuesta** de **10 minutos** se tendrá una **masa emitida** de **659.5046 kg**

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción es equivalente a **1.1062 kg/s.** Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.61 hasta 10.64 m	2.38 m	10.64 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.66 hasta 6.14 m	1.24 m	6.14 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4” alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.66 hasta los 6.14 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.61 hasta los 10.64 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 10.64 m y fatalidades en un radio de 6.14 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción equivalente a **1.1062 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
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**
6.21 m	10.52 m	16.33 m	30.03 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **663.7244 kg** 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.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
33.63 m	68.63 m	156.66 m	266.29 m

ESCENARIO 005
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE.

AL MOMENTO DE SUCEDER LA BLEVE EL RECIPIENTE SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD.

PARÁMETROS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		89020	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	71216	L
	V_r	71.216	m^3
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	17804	**L**
	V_l	17.804	**m^3**
Masa del volumen en operación	m_l	**42147.0531**	**kg**
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	35.7860	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	292.45	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	**Hv**	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	**Cp**	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	**68.0492**	**kg**

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
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**
174.30 m	355.05 m	575.77 m	1079.94 m

CARACTERISTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	201.84 m
Altura al centro de la bola de fuego	151.38 m
Duración de la bola de fuego	15.30 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=18.2 s)				
Efecto	Radiación kW/m²	Dosis (W/m2)^4/3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²)^4/3 s	3.61	85.00	690.03	673.22
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²)^4/3 s	8.11	250.00	468.53	443.40
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²)^4/3 s	13.64	500.00	365.35	332.31
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²)^4/3 s	38.59	2000.00	222.16	162.60

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
15.82 m	32.29 m	73.72 m	125.31 m

ESCENARIO 006
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: SUMINISTRO A AUTOTANQUES Y TANQUES MONTADOS EN VEHÍCULOS PROPIEDAD DE LA EMPRESA (CARBURACIÓN DE AUTOABASTO).

FUGA DE GAS L.P. CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DE LA VÁLVULA DE LLENADO DEL AUTO-TANQUE, DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN DEL OPERADOR, MIENTRAS LA BOMBA SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de bombeo.	Cap	378	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Longitud de la tubería.	L_t	5.11	m
Diámetro de la tubería.	$ø_t$	0.051	m
Longitud de la tubería.	L_t	6.5	m
Diámetro de la tubería.	$ø_t$	0.076	m
Longitud de la manguera	L_m	7.00	m
Diámetro de la manguera.	$Ø_m$	0.051	m
Tiempo de respuesta.	t	0.5	min
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y tubería de 51 mm: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051\ m)^2}{4} = 0.00204\ \ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA;\ v_{Liq-manguera} = LA = (7.0\ m)(0.00204282\ \ m^2) = 0.0143\ m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (5.11\ m)(\ 0.00204\ m^2) = 0.0104\ m^3$$

Área transversal de la tubería de 76 mm: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.076\ m)^2}{4} = 0.0045\ \ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (6.5\ m)(\ 0.0045m^2) = 0.0295\ m^3$$

Volumen total: 0.0542 m³

Peso de este volumen: $\left|591.82\,\frac{kg}{m^3}\right| 0.0542\ m^3| = \mathbf{32.0918}\ \boldsymbol{kg}$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$(\rho_{líq})(V)(t) = masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba}$

$$Capacidad\ de\ la\ bomba\ 378\ L/\min = 0.3780\ m^3/min = \mathbf{3.7285}\ \mathbf{^{kg}/_{s}}$$

$$\left(591.82\frac{kg}{m^3}\right)(0.3780\ m^3/min)(0.5\ min) = \mathbf{111.8540\ kg}$$

Masa total liberada: $masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba} + masa\ Gas\ L.P._{\cdot tubería}$

$$\boldsymbol{masa_{total-liberada} = 143.9457\ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.00 hasta 16.11 m	10.17 m	16.11 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.00 hasta 10.44 m	7.68 m	10.44 m
Para L.S.I. 9.3%	1.00 hasta 3.52 m	2.52 m	3.52 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de **378.00 L.P.M.** alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 m hasta los 10.44 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 16.11 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.11 m y fatalidades en un radio de 10.44 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los autotanques, se desprende la manguera del autotaque, emitido **3.7285 kg/s,** en función de la capacidad de la bomba (378 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jetfire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		**Zonas de seguridad**	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5.0 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.4 kW/m^2**
11.12 m	18.83 m	29.21 m	53.72 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
20.20 m	41.23 m	94.12 m	159.99 m

ESCENARIO 007
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: SUMINISTRO A AUTOTANQUES Y TANQUES MONTADOS EN VEHÍCULOS PROPIEDAD DE LA EMPRESA (CARBURACIÓN DE AUTOABASTO)

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	10	min
Diámetro del orificio.	Ø	0.25	In

*****Tiempo de fuga propuesto en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta.

Cálculo del flujo de descarga:

La presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b}-\frac{1}{T_s}\right)\right]$$

PM	**49.71**	**Peso molecular (*kg/kmol*)**
***R* =**	8314	Constante de los gases (*J/kmol·K*)
***λ* =**	406524.42	Calor de vaporización a T_b (*J/kg*)
***T_b* =**	247.73	Temperatura normal de ebullición (*K*)
***T_s* =**	292.45	Temperatura de almacenamiento (*K*)
***p_s* =**	**454265.115**	***Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)***

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

***p_a* =**	**81983**	**Presión ambiental (*Pa*)**
***ρ_s* =**	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
***g* =**	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	454265.115	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
***p_h* =**	**454265.115**	***Presión en el agujero (Pa)***

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

***A_0* =**	**3.1669E-05**
***A_1* =**	1
***β^4* =**	3.1669E-05

C =	**0.65**	**Coeficiente de descarga (adimensional)**
β^4 =	1.00294E-09	
K =	0.65000	

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 =	**3.16692E-05**	**Área del agujero (m^2)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h =	454265.115	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a =	81983	Presión ambiental (*Pa*)
K =	0.6500	Adimensional
E =	**0.4321**	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un tiempo de respuesta de 30 minutos se tendrá una masa emitida de **777.8021 kg.**

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de una abertura de ¼" en el sello de la bomba *Corken CK-1022-CF* es de 0.4321 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidades superiores a la del aire, por lo que tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.20 hasta 5.85 m	1.53 m	5.85 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.34 hasta 3.05 m	0.55 m	3.05 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de la abertura de ¼" en el sello de la bomba *Corken CK-1022-CF* alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.34 hasta los 3.05 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.20 hasta los 5.85 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 5.85 m y fatalidades en un radio de 3.05 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de un orificio de 1/4" en el sello de la bomba *Blackmer* equivalente a **0.4321 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	Alto riesgo 5.0 kW/m^2	Amortiguamiento 1.4 kW/m^2
3.97 m	6.72 m	10.41 m	19.15

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **772.8021 kg/s** 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.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
35.45 m	72.35 m	165.16 m	280.75 m

ESCENARIO 008
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS A CAUSA DE LA PRESURIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DEBIDO A QUE POR OMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE SE ENCUENTRA CERRADA**.**

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	10	min
Diámetro del orificio.	Ø	0.6	In
Altura	H	0.5	m

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

p_a =	**81983**	**Presión ambiental (*Pa*)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m³*)
g =	9.806	Aceleración de la gravedad (*m/s²*)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	454265.115	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
p_h =	454265.115	*Presión en el agujero (Pa)*

En tanto que la presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s}\right)\right]$$

M =	**49.71**	**Peso molecular (*kg/kmol*)**
R =	8314	Constante de los gases (*J/kmol·K*)
λ =	406524.42	Calor de vaporización a T_b (*J/kg*)
T_b =	247.73	Temperatura normal de ebullición (*K*)
T_s =	292.45	Temperatura de almacenamiento (*K*)
p_s =	454265.115	*Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)*

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

A_0 = 0.000182415
A_1 = 1
β^2 = 0.000182415

C =	**0.65**	**Coeficiente de descarga (adimensional)**
β^4 =	3.32751E-08	
***K* =**	0.65	

Calculando la tasa de emisión del Gas L.P. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 =	**1.8241E-04**	**Área del agujero (m^2)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h =	454265.115	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a =	81983.00	Presión ambiental (*Pa*)
***K* =**	0.65	Adimensional
***E* =**	2.4890	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un **tiempo de respuesta** de **10 minutos** se tendrá una **masa emitida** de **1493.38 kg**

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.62 hasta 16.73 m	4.10 m	16.73 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.71 hasta 10.40 m	2.14 m	10.40 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.6" alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.71 m hasta 10.40 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.62 m hasta 16.73 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.73 m y fatalidades en un radio de 10.40 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE).

Ante una ignición rápida de la emisión continua de Gas L.P. originada a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, equivalente a 2.4156 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
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**
9.17 m	15.52 m	24.07 m	44.27 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **1493.38 kg** 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.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
44.06 m	89.93 m	205.28 m	348.94 m

ESCENARIO 009
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA PUNTA POL DEL ACOPLADOR DE LLENADO DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UN ERROR DEL OPERADOR DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera	L	1.30	m
Diámetro de la manguera	Ø	0.013	In

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera de 13mm

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.013m)^2}{4} = 0.00013\ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA;\ v_{Liq-manguera} = LA = (2\ m)(0.00013\ m^2) = 0.00027\ m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|591.82\frac{kg}{m^3}\right| 0.00027\ m^3| = 0.1571\ kg$$

a) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **0.1571 kg** 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.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
2.08 m	4.25 m.	9.69 m.	16.47 m.

ESCENARIO 010
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFONDE DE RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UNA FALLA EN LA SOLDADURA DEL FONDO (UNIONES) DURANTE EL LLENADO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Tiempo de respuesta	t	60	seg
Masa fugada	m	30	kg

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.01 hasta 6.37 m	6.76 m	7.47 m
L.I.I. 1.8%	0.01 hasta 3.44 m	5.19 m	5.46 m
L.S.I. 9.3%	0.01 hasta 0.25 m	1.57 m	1.58 m

La nube de gas formada por la fuga de Gas L.P. debida a la fuga de contenido total de un recipiente transportable, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.01 m hasta 3.44 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.01 m hasta 6.37 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 7.47 m y fatalidades en un radio de 5.46 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a 30 kg 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. Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de
"SONIGAS, S.A. DE C.V."
San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Tabla II.6. 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
1	Recepción de semirremolques.	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m
2	Recepción de semirremolques.	24.37 m	49.74 m	113.55 m	193.02 m
4	Recepción de semirremolques.	33.63 m	68.63 m	156.66 m	266.29 m
6	Suministro a auto-tanques	20.20 m	41.23 m	94.12 m	159.99 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	35.45 m	72.35 m	165.16 m	280.75 m
8	Llenado de recipientes transportables	44.06 m	89.93 m	205.28 m	348.94 m
9	Llenado de recipientes transportables	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m
10	Llenado de recipientes transportables	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

Tabla II.7. 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
2	Recepción de semirremolques.	16.06 m	27.18 m	42.51 m	77.51 m
4	Recepción de semirremolques.	6.21 m	10.52 m	16.33 m	30.03 m
6	Suministro a auto-tanques	11.12 m	18.83 m	29.21 m	53.72 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	3.97 m	6.72 m	10.41 m	19.15 m
8	Llenado de recipientes transportables	9.17 m	15.52 m	24.07 m	44.27 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE. (TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SEMIRREMOLQUE)

Tabla II.8 Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la 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**
3	Recepción de semirremolques.	18.56 m	37.87 m	86.45 m	146.95 m
5	Almacenamiento	15.82 m	32.29 m	73.72 m	125.31 m

Tabla II.9 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/m²	**12.5 KW/m²**	**5 KW/m²**	**1.4 KW/m²**
3	Recepción de semirremolques.	177.60 m	340.31 m	544.83 m	1016.21 m
5	Almacenamiento	174.30 m	355.05 m	575.77 m	1079.94 m

Tabla II.10 Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	EVENTO 3 RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES	EVENTO 5 ALMACENAMIENTO GLP
Diámetro $\left[D_{max} = 5.8M^{1/3}\right]$	163.71 m	201.84 m
Altura $[H = 0.75D_{max}]$	122.79 m	151.38 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	15.30 s

En el Anexo "A" se integra el Anexo No. 2 "Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados"

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UN NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)

Tabla II.11 Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 2.12 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 4.14 m
		Y de exclusión=	3.32 m	Y de exclusión=	4.41 m
		Dist. Máx=	3.48 m	Dist. Máx=	4.87 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.95 hasta 19.01 m	Distancia X=	Desde 1.89 hasta 27.02 m
		Y de exclusión=	9.15 m	Y de exclusión=	13.54 m
		Dist. Máx=	19.01 m	Dist. Máx=	27.02 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.66 hasta 6.14 m	Distancia X=	Desde 1.61 hasta 10.64 m
		Y de exclusión=	1.24 m	Y de exclusión=	2.38 m
		Dist. Máx=	6.14 m	Dist. Máx=	10.64 m
6	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 10.44 m	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 16.11 m
		Y de exclusión=	7.68 m	Y de exclusión=	10.17 m
		Dist. Máx=	10.44 m	Dist. Máx=	16.11 m
7	Suministro a auto-tanques/ Bombas (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.34 hasta 3.05 m	Distancia X=	Desde 1.20 hasta 5.85 m
		Y de exclusión=	0.55 m	Y de exclusión=	1.53 m
		Dist. Máx=	3.05 m	Dist. Máx=	5.85 m
8	Suministro a auto-tanques/ Bombas (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.71 hasta 10.40 m	Distancia X=	Desde 1.62 hasta 16.73 m
		Y de exclusión=	2.14 m	Y de exclusión=	4.10 m
		Dist. Máx=	10.40 m	Dist. Máx=	16.73 m
10	Llenado de recipientes transportables (Emisión instantánea	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 3.44 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 6.37 m
		Y de exclusión=	5.19 m	Y de exclusión=	6.76 m
		Dist. Máx=	5.46 m	Dist. Máx=	7.47 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**

La definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, en su tabla 15.

Tabla II.12 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 II.13 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		**ZONAS DE SEGURIDAD**	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	**RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***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, estás 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.			

En el Apartado "A" se integra el Anexo No. 3 "Representación en planos de los Radios potenciales de afectación", en donde se representan cada uno de los eventos *identificados, máximos probables* que presentan mayor probabilidad de ocurrencia *(con respecto a los demás)* y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo, se representa el evento máximo catastrófico.

II.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.

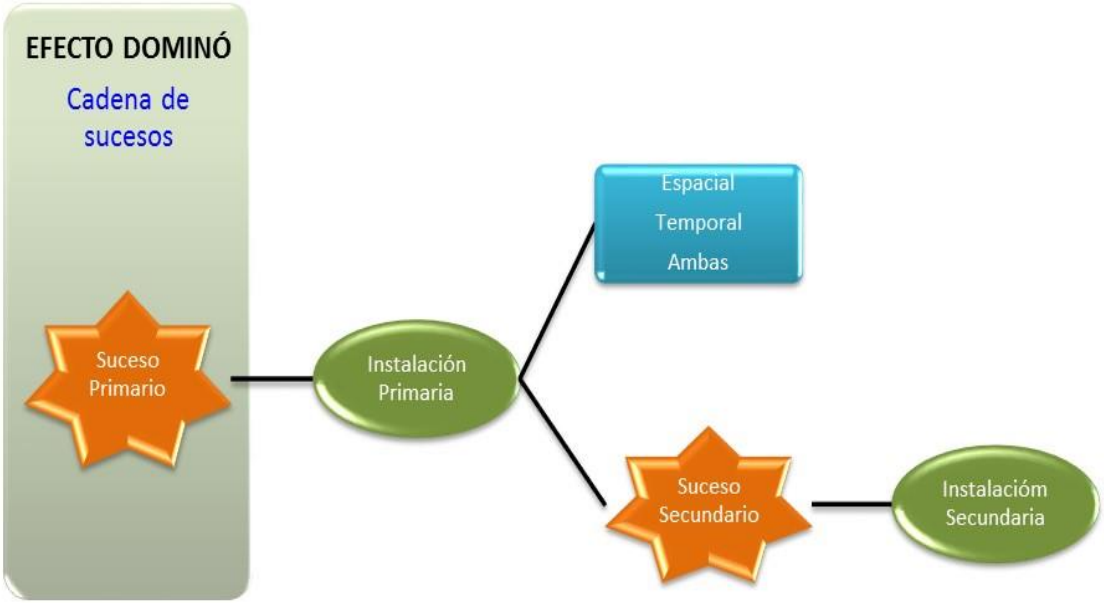


Figura II.4 Esquematización del desarrollo del Efecto Domino.

Reiners and Cozzani. 2013, identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto domino, se describen en la siguiente tabla:

Tabla II.14 Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el Efecto Domino.

ELEMENTO	DEFINICIÓN
Escenario primario.	Escenario donde el accidente primario inicia un efecto domino, propagándose e intensificándose al afectar otras unidades de proceso o almacenamiento desencadenando uno o vario 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 domino interno la propagación tiene lugar dentro de la misma unidad o grupo de equipos. En un efecto domino 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), los efectos 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. II.15 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)

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** en la Planta de Distribución de GLP 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**. Conforme 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. II.16 Efectos físicos provocados por eventos primarios (vectores de escalación de eventos)

		Vectores de escalación		
Evento primario	**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 II.16, 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.

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/m^2, así como a 10.0, 3.0 y 1.0 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.

Tabla II.17 Zonas de alto riesgo por daño a equipos.

Radiación Térmica		**Sobrepresión**	
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

Cabe mencionar que a 5.0 Kw/m^2 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 falla en conexiones.

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 integrarán la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, tomas de recepción y tomas de suministro. 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 un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento alterno (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 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. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE 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 semirremolque 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. De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego. Por su parte, los autores *Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan* que se tiene una probabilidad del 99% de que se presente la falla catastrófica de un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque 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 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. Por lo que se identifica al escenario 005, como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino con instalaciones o equipos ajenaos a la instalación, por ser el que arroja los radios de afectactación con mayor dimensionamiento. En este caso los efectos serán tanto mecánicos como térmicos, es decir, la radiación térmica producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque.

Tabla. II.18. Zonas totales de afectación originadas por la BLEVE del recipiente de 89.02 m^3

	Sobrepresión		Radiación Térmica	
Zona de amortiguamiento	**0.5 psi**	125.31 m	**1.4 kW/m²**	1079.94 m
Zona de alto riesgo	**1.0 psi**	73.72 m	**5.0 kW/m²**	575.77 m
Zona de alto riesgo por daño a equipos	**3.0 psi**	32.29 m	**12.5 kW/m²**	355.05 m
	10.0 psi	15.82 m	**37.5 kW/m²**	174.30 m

Asimismo, *Cozzani et al (2004)* expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras alcancen un valor de radiación de 100 kW/m^2. Fuera del área determinada por el radio de la bola de fuego, los daños por radiación indirecta son ocasionados a los recipientes atmosféricos teniendo en cuenta un valor mayor a 100 kW/m^2. En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 201.84 m (Figura II.9) además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 174.30 m, en donde se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m^2 no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones (Figura II.5) que pudieran verse afectadas. ***Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 89,020 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación***.

No obstante, en un radio de hasta 355.05 m (12.5 kW/m^2), en donde se ubican en su mayoría zonas de matorral xerófilo, agricultura de riego y gricultura de temporal, así como los asentamientos dispersos 1 y 2, en donde se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. (Figura II.7). En tanto que en un radio de hasta 575.77 m donde se ubica el asentamiento disperso 3 y carretera León-La Muralla, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m^2, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radición no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que la Primaria General Manuel Doblado, Primaria General "Leona Vicario", Preescolar Comunitario, iglesia y las localidades **Jalapa, San Antonio de Funes y Rancho Grande,** quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe, cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**

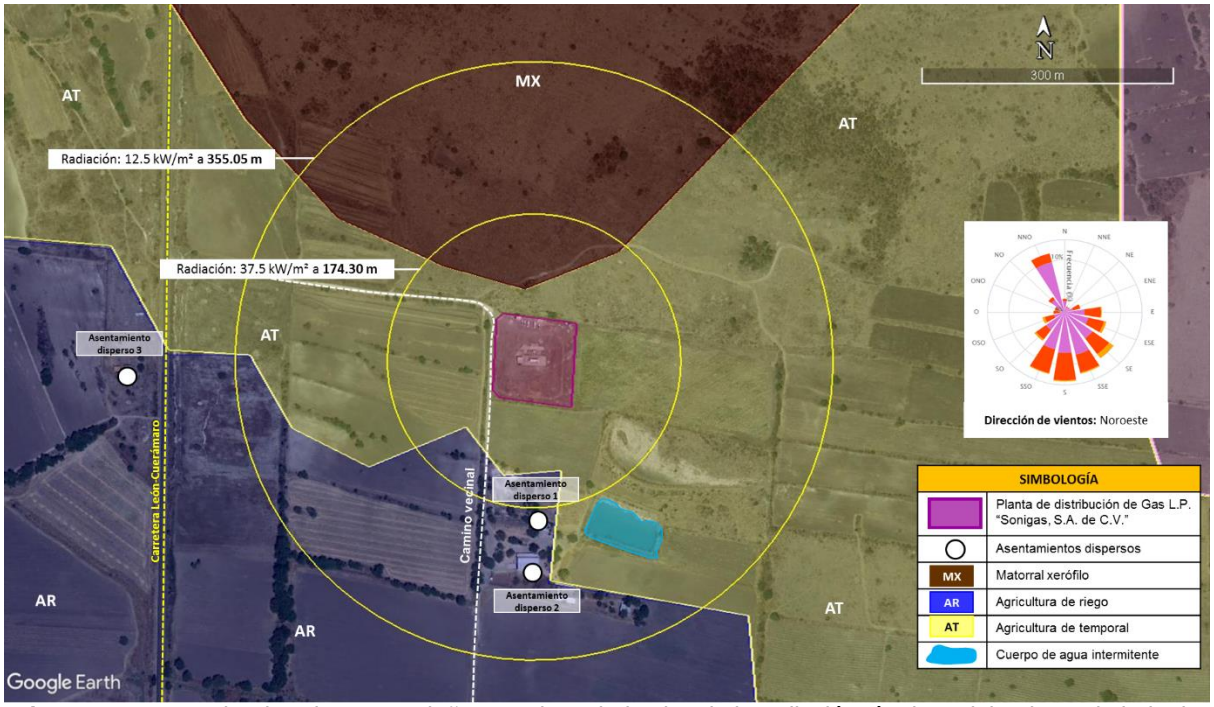


Figura II.5. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque con capacidad de 89.02 m^3

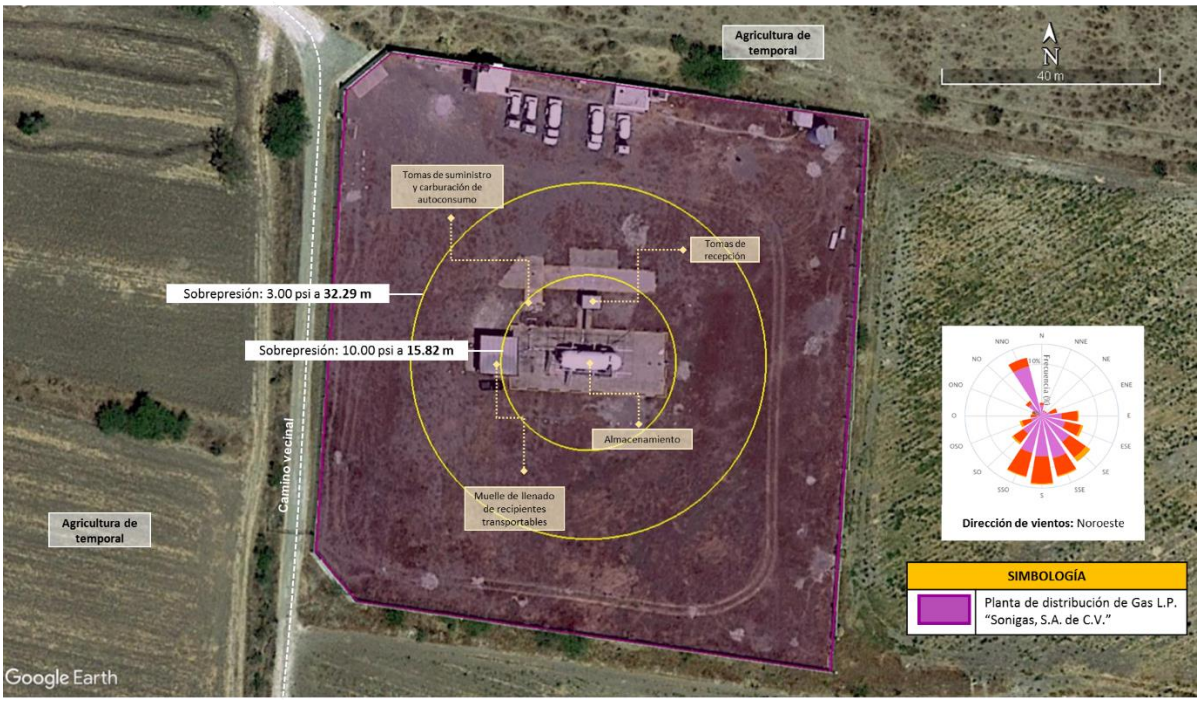


Figura II.6. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 89.02 m^3 a causa de la expansión del vapor contenido en este.

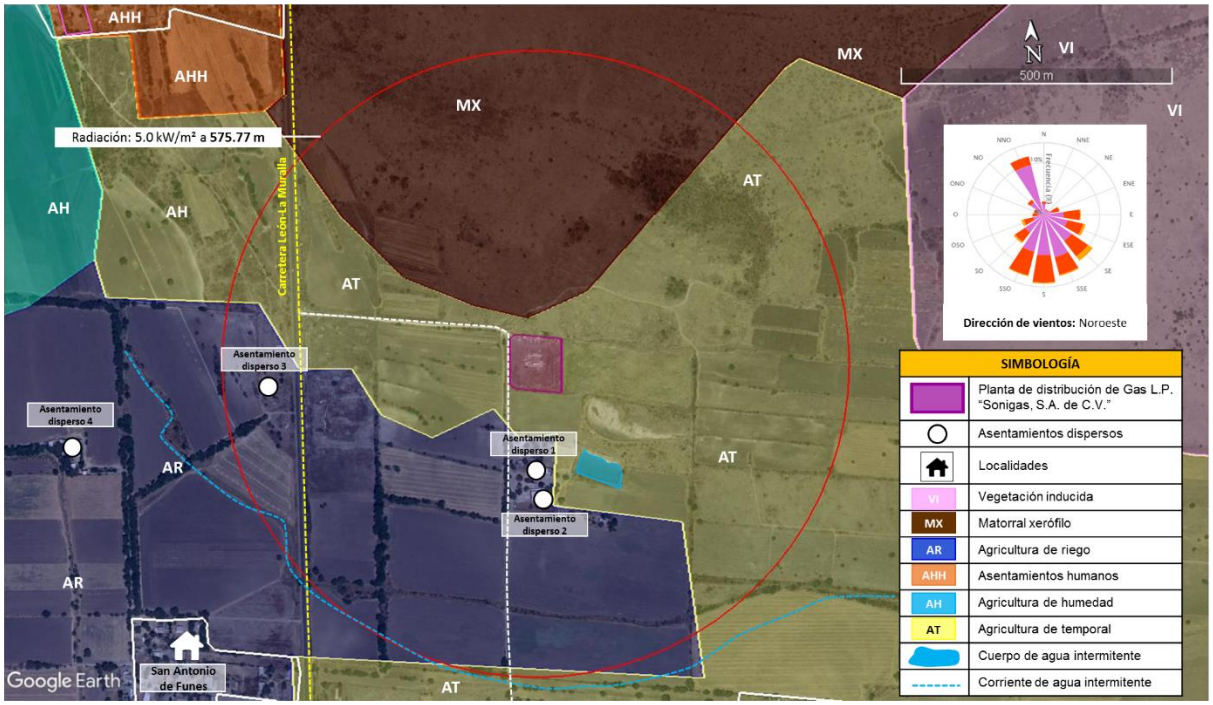


Figura II.7. Zonas de Alto Riesgo derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE de un tanque con capacidad de 89.02 m^3



Figura II.8. Zonas de Alto Riesgo debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión de un tanque con capacidad de 89.02 m^3 a causa de la expansión del vapor contenido en este**.**



Figura II.9. Máximo diámetro de la Bola de Fuego originada por la BLEVE de un tanque de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 89.02 m^3

Cabe mencionar, que 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; en tanto que

para las llamaradas si bien, el contacto de una persona con la llamarada producida es letal, no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración.

En este sentido se presenta la relación de cada uno de los escenarios simulados y sus respectivos eventos (suceso primario) con los puntos críticos que se encuentran dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos y la descripción de los posibles daños que estos pudieran sufrir, en el entendido de que la magnitud de los efectos, que se producirían en ellos, dependerá también de la intensidad y características del fenómeno producido y de la resistencia mecánica y estructural, de las características constructivas, del estado de conservación o deterioro de la instalación, de la vulnerabilidad intrínseca, etc.

Tabla II.19. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento		Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)		8.85 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Bombas de trasiego de GLP (Norte) 7.46 m Compresor de trasiego de GLP 7.33 m Tomas de suministro 8.14 m Toma de carburación de autoconsumo 10.47 m Muelle de llenado de recipientes transportables 15.17 m Almacenamiento 8.86 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 12.73 m Oficinas 33.71 m Tablero eléctrico 36.22 m Taller mecánico automotríz 40.57 m Generador eléctrico 35.83 m Estacionamiento 38.54 m	Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán 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. En los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal tiene como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.
				Sobrepresión (1 psi)		41.22 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, taller mecánico automotriz, estacionamiento y áreas de circulación			
002	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)		24.37 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Bombas de trasiego de GLP (Norte) 7.46 m Compresor de trasiego de GLP 7.33 m Tomas de suministro 8.14 m Toma de carburación de autoconsumo 10.47 m Muelle de llenado de recipientes transportables 15.17 m Almacenamiento 8.86 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 12.73 m Oficinas 33.71 m Tablero eléctrico 36.22 m Taller mecánico automotríz 40.57 m E.C.I. 46.45 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 70.28 m Generador eléctrico 35.83 m Estacionamiento 38.54 m		
						49.74 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tablero eléctrico, generador eléctrcio, E.C.I., oficinas, taller mecánico automotriz, estacionamiento y áreas de circulación			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)		16.06 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
						27.18 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)		113.55 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de ciculación.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)		42.51 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tablero eléctrico, generador eléctrico, oficinas, taller mecánico automotriz, estacionamiento y áreas de circulación.			

Tabla II.19. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (Continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	ipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	18.56 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Bombas de trasiego de GLP (Norte) 7.46 m Compresor de trasiego de GLP 7.33 m Tomas de suministro 8.14 m Toma de carburación de autoconsumo 10.47 m Muelle de llenado de recipientes transportables 15.17 m Almacenamiento 8.86 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 12.73 m Oficinas 33.71 m Tablero eléctrico 36.22 m Taller mecánico automotríz 40.57 m E.C.I. 46.45 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 70.28 m Estacionamiento 38.54 m Generador eléctrico 35.83 m	**Diseño y fabricación.** Los semirremolques que entrarán a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME. **Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. **Válvulas y accesorios de control y seguridad.** Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semiremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. Se cuenta con un extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamete todas las áreas de la planta. - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá 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. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. Las operaciones deberán de ser controladas y monitoreadas de forma continua. La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	177.60 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, oficinas, taller mecánico automotriz, generador eléctrico, tablero eléctrico, E.C.I., estacionamiento y áreas de circulación.			
					340.31 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	86.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, estacionamiento y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	544.83 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
004	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	33.63 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Bombas de trasiego de GLP (Norte) 7.46 m Compresor de trasiego de GLP 7.33 m Tomas de suministro 8.14 m Toma de carburación de autoconsumo 10.47 m Muelle de llenado de recipientes transportables 15.17 m Almacenamiento 8.86 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 12.73 m Oficinas 33.71 m Tablero eléctrico 36.22 m Taller mecánico automotríz 40.57 m E.C.I. 46.45 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 70.28 m Estacionamiento 38.54 m Generador eléctrico 35.83 m	En la línea para gas líquido se cuenta con válvulas de relevo hidrostáticas. Se cuenta con un extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en las tomas de recepción. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamete todas las áreas de la planta. Además, se tienen: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la interperie mediante un capuchón. Se deberán llevar los registros del tiempo de 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 dieza años a partir de su fecha de instalación.
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	6.21 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P.			
					10.52 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Almacenamiento, tomas de suministro y carburación de autoconsumo.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	156.66 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	16.33 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación.			

Tabla II.19. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	15.82 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción 9.99 m Bombas de trasiego de GLP (Norte) 3.23 m Compresor de trasiego de GLP 3.40 m Tomas de suministro 13.52 m Toma de carburación de autoconsumo 15.21 m Muelle de llenado de recipientes transportables 13.13 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 3.77 m Oficinas 43.94 m Tablero eléctrico 46.90 m Taller mecánico automotríz 43.66 m E.C.I. 54.58 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 62.46 m Estacionamiento 39.17 m Generador eléctrico 46.28 m	El recipiente cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5") de conexión y 203 mm (8") de diámetro de carátula. ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA. ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura. ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra". El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm². Así mismo se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se debe verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado. Se deberá considerar la factibilidad técnico-económica de un medidor-indicador de nivel de tipo radar con señal automática para activación de paro de emergencia. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: - *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.* Se deberá verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio.
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	174.30 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, oficinas, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, oficinas, taller mecánico automotriz, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., estacionamiento y áreas de circulación.			
					355.05 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	73.72 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., oficinas, taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, estacionamiento y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m²)	575.77 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			

Tabla II.19. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Suministro a autotanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	20.20 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción 9.52 m Bombas de trasiego de GLP (Norte) 10.58 m Compresor de trasiego de GLP 13.86 m Toma de carburación de autoconsumo 1.20 m Muelle de llenado de recipientes transportables 8.42 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 18.73 m Oficinas 35.70 m Tablero eléctrico 36.80 m Taller mecánico automotríz 51.30 m E.C.I. 53.49 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 77.86 m Estacionamiento 28.39 m Generador eléctrico 35.68 m	- Tomas de suministro Para la carga de autotanques, se cuenta con un juego de tomas instaladas dentro de la zona de almacenamiento, constando de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal y por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de suministro de autotanques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-líquido se cuenta con 4 válvulas para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula del tipo neumática para cierre de emergencia, una válvula del tipo solenoide y un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo y una válvula de no-retroceso de cierre automático, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. - Toma de carburación de autoconsumo Para la carga de los recipientes de carburación montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P., como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 2. La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). Así mismo, se cuenta con tres válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola de cierre rápido, una válvula solenoide y una válvula de exceso de flujo, además se conecta a un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los auto-tanques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán 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. Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica. Se debrá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
					41.23 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	11.12 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte) de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
					18.83 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	94.12 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** E.C.I., oficinas, taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	29.21 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Áreas de circulación.			
007	Suministro a autotanqes (Bombas)	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	35.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción 6.15 m Compresor de trasiego de GLP 4.20 m Tomas de suministro 8.16 m Toma de carburación de autoconsumo 9.75 m Muelle de llenado de recipientes transportables 10.70 m Almacenamiento 2.35 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 8.41 m Oficinas 40.14 m Tablero eléctrico 42.81 m Taller mecánico automotríz 44.43 m E.C.I. 52.41 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 67.15 m Estacionamiento 36.50 m Generador eléctrico 42.00 m	Cada una de las bombas cuenta con válvula de alivio interna de la bomba y válvula de retorno automático (By-pass). Filtro de paso Se cuenta con un extintores de clase ABC de 9 kg en las tomas de suministro y uu extintor en la toma de carburación de autoconsumo. Asimismo, el auto-tanque contará con un extintor y en cada bomba de trasiego de Gas L.P se encuentra un extintor de Clase ABC de 9 kg. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* - *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* - *Daño físico.* - *Fuga.* - *Corrosión.* Se deberá incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo. Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.
					72.35 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	3.97 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y almacenamiento. .			
					6.72 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Compresor de trasiego de Gas L.P. y tomas de recepción.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	165.16 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	10.41 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de suministro y carburación de autoconsumo y bomba de trasiego de Gas L.P. (Norte).			

Tabla II.19. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Llenado de recipientes transportables	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	44.06 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., estacionamiento y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción 18.62 m Bombas de trasiego de GLP (Norte) 14.20 m Compresor de trasiego de GLP 20.34 m Tomas de suministro 12.29 m Toma de carburación de autoconsumo 11.84 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 19.77 m Oficinas 48.11 m Tablero eléctrico 49.05 m Taller mecánico automotríz 58.98 m E.C.I. 65.32 m Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados 74.74 m Estacionamiento 23.32 m Generador eléctrico 47.49 m	El múltiple de llenado, consta con tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro. Un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y uno en el muelle de llenado. Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Se debrá mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
				Sobrepresión (10 – 3 psi)	89.93 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, taller mecánico automotriz y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	9.17 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
					15.52 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Almacenamiento, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	205.28 m	Sin presencia de infraestructura interna y externa a las instalaciones.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	24.07 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., tomas de recepción, estacionamiento y áreas de circulación.			
009	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	2.08 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
					4.25 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	9.69 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
010	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	11.98 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, tomas de suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación.	- **Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción 18.62 m Bombas de trasiego de GLP (Norte) 14.20 m Compresor de trasiego de GLP 20.34 m Tomas de suministro 12.29 m Toma de carburación de autoconsumo 11.84 m Bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) 19.77 m Oficinas 48.11 m Tablero eléctrico 49.05 m Estacionamiento 23.32 m Generador eléctrico 47.49 m		
					24.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones: T**omas de recepción, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	55.80 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico y áreas de circulación.			

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

a) 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 es fundamental evitar que se pueda generar inicialmente una BLEVE, por tanto las medidas de prevención irán encaminadas a evitar las condiciones determinantes que permitan el desarrollo de este fenómeno, la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

1. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

a) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas retrasarán el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

- ✓ El tanque de almacenamiento cuenta con un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

b) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento. En particular, lel tanque de almacenamiento de la planta se llenarán al 80% de su capacidad.

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 el tanque de almacenamiento estará dotado de adecuados sistemas de regulación**

y control del nivel de llenado (medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.)

Por su parte, los semirremolques que ingresen 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 50ºC.
- Un manómetro de 0 a 29 kg/cm^2.
- 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.

Por su parte, el recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5") de conexión y 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula.
- ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.
- ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA.
- ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura.
- ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra".

2. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación, se indican las medidas básicas consideradas:

- ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula.
- ✓ Sistema de aspersión. Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal.

Estas tres tuberías longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado de agua sobre el recipiente, se realizará mediante boquillas spersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm².
7

3. PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Por lo que de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002,** o la que la sustituya deberán obtenerse para los cuatro recipientes el dictamen para la evaluación de la conformidad con dicha Norma, de tal forma que se asegure de que estos son aptos para operar.

Por tanto, es importante mencionar que el recipiente fue fabricado en 2011. Sin embargo, posteriormente se deberán considerar los siguientes términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **"Sonigas, S.A. de C.V."** se encuentra ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, Municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato.

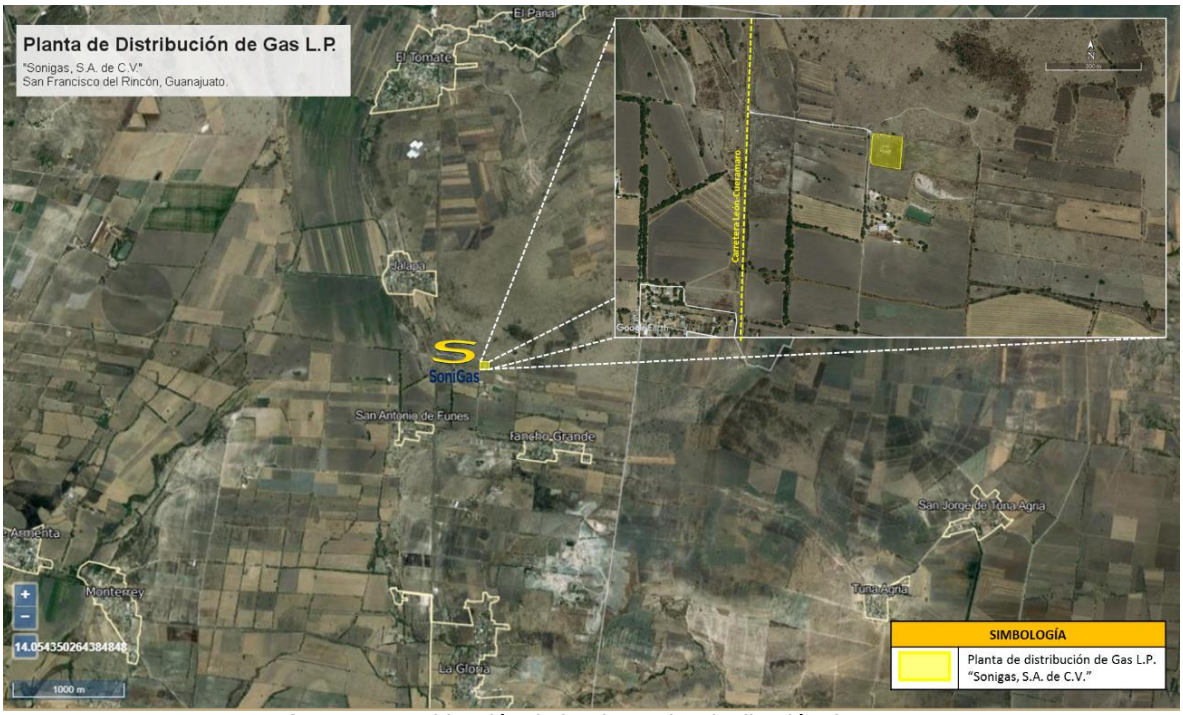


Figura II.10. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP
Fuente: INEGI, Espacio y Datos de México.

Asimismo, se cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que el terreno que ocupa la Planta de Distribución afecta una forma regular y tiene una superficie de **9,346 m²** en las siguientes coordenadas:

Tabla II.20. Coordenadas UTM del área que ocupa la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértice	Coordenadas UTM Zona 14	
	X	Y
1	217562.440906	2309639.359705
2	217672.715187	2309625.802775
3	217664.964589	2309526.525107
4	217579.271182	2309539.666935
5	217571.902787	2309548.716580
6	217577.354245	2309631.721478

La selección de la zona donde se ubican las instalaciones de Sonigas S.A. de C.V. fue un factor importante a considerar en las bases de diseño de la instalación, ya que se consideró que esta contara con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus actividades, tales como eléctrica y vías de comunicación **(Tabla II.21.),** además de encontrarse alejada de zonas densamente pobladas. Sin embargo, es importante mencionar que dentro de radio de 500 m se encuentran los siguientes asentamientos dispersos:

Tabla II.21 Proximidades con zonas vulnerables de población en 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
Asentamiento disperso	Asentamiento disperso 1	Sur	142.72 m
	Asentamiento disperso 2	Sur	178.93 m
	Asentamiento disperso 3	Noroeste	413.53 m

Así mismo, es importante mencionar que, a un radio mayor a 500 m se encuentra el asentamiento disperso 4 (789.91 m) y localidades “Jalapa” (689.94 m), “San Antonio de Funes” (633.97 m) y “Rancho Grande” (646.39 m).

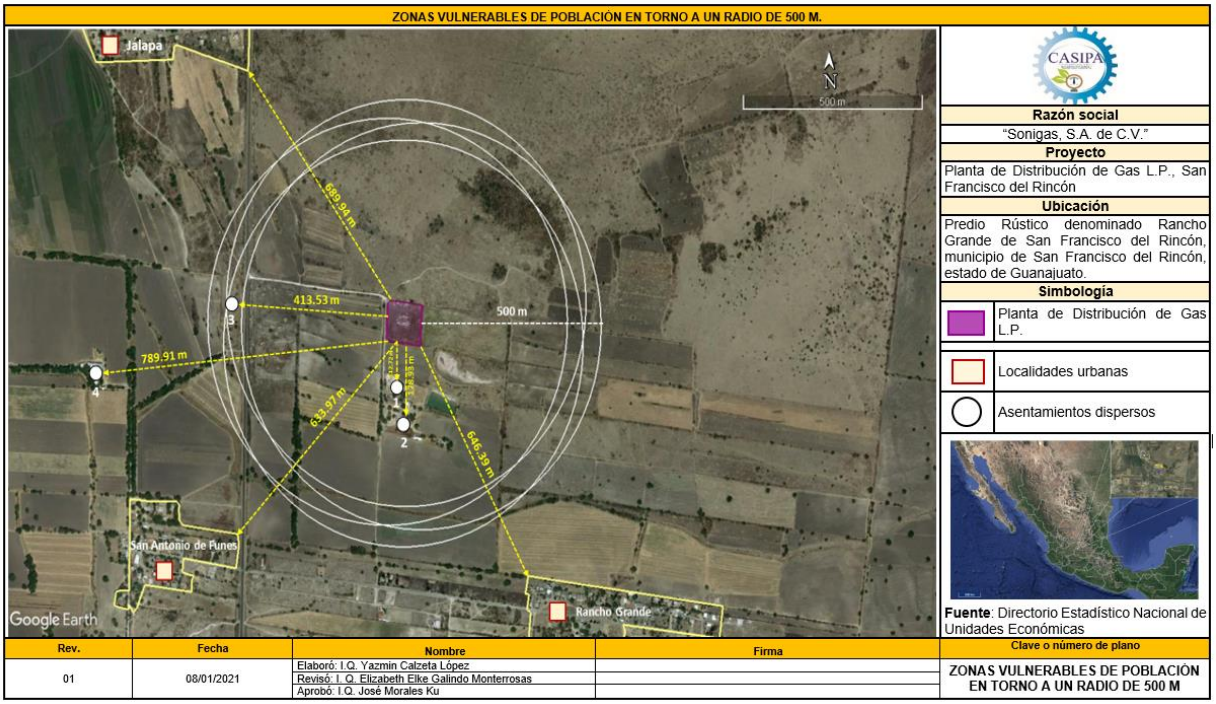


Figura II.11 Proximidades con zonas vulnerables de población en un radio de 500 m

Tabla II.22 Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/ Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Vialidad	Camino vecinal	Oeste	2.80 m
	Camino de acceso	Noroeste	11.71 m
	Carretera León – La Muralla	Oeste	389.55 m

Además, al predio no lo cruzan líneas eléctricas de alta tensión, ya sean aéreas o ductos bajo tierra, ni tampoco cruzan ductos bajo tierra que transporten hidrocarburos.

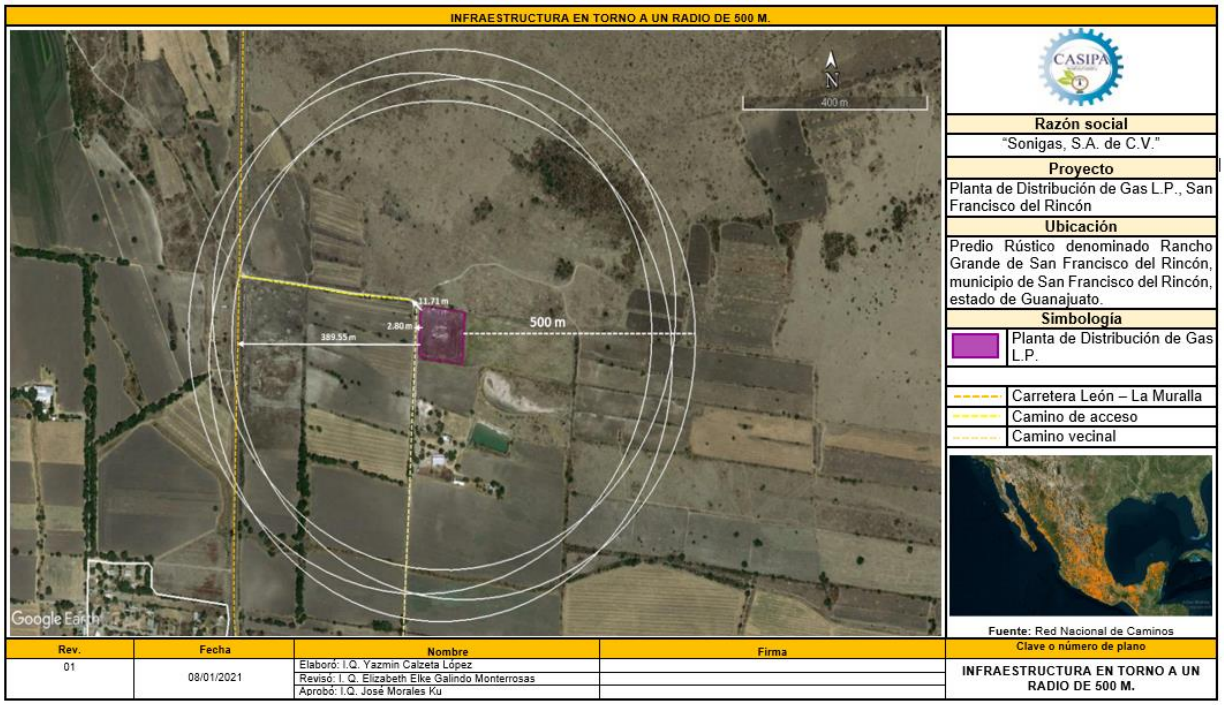


Figura II.12 Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

El área donde se ubica la Planta se localiza en la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, cuenca del Río Lerma-Salamanca, Subcuenca Pénjamo-Irapuato-Silao y Microcuenca 12BdCCD (SIGEIA, 2021). Particularmente, la Planta de Distribución se ubica dentro de la delimitación del Acuífero No. 1111 denominado *La Muralla* con una superficie de 24,380.76 Ha (SIGEIA, 2020).

Cabe destacar que la Planta se encuentra en una zona con actividades agrícolas predominantemente y fuera de Áreas Naturales Protegidas, áreas de importancia ambiental y lejana de cuerpos de agua lóticos y lénticos permanentes.

Si bien, en un radio de 500 m no se encuentran cuerpos de agua permanente, si se localizan cuerpos y corrientes intermitentes que confluyen en la temporada de lluvias.

Tabla II.23. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia aproximada a las instalaciones (m)
Cuerpos de agua	--------	Corriente de agua intermitente	Suroeste	413.60 m
	--------	Cuerpo de agua intermitente	Sureste	117.44 m

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

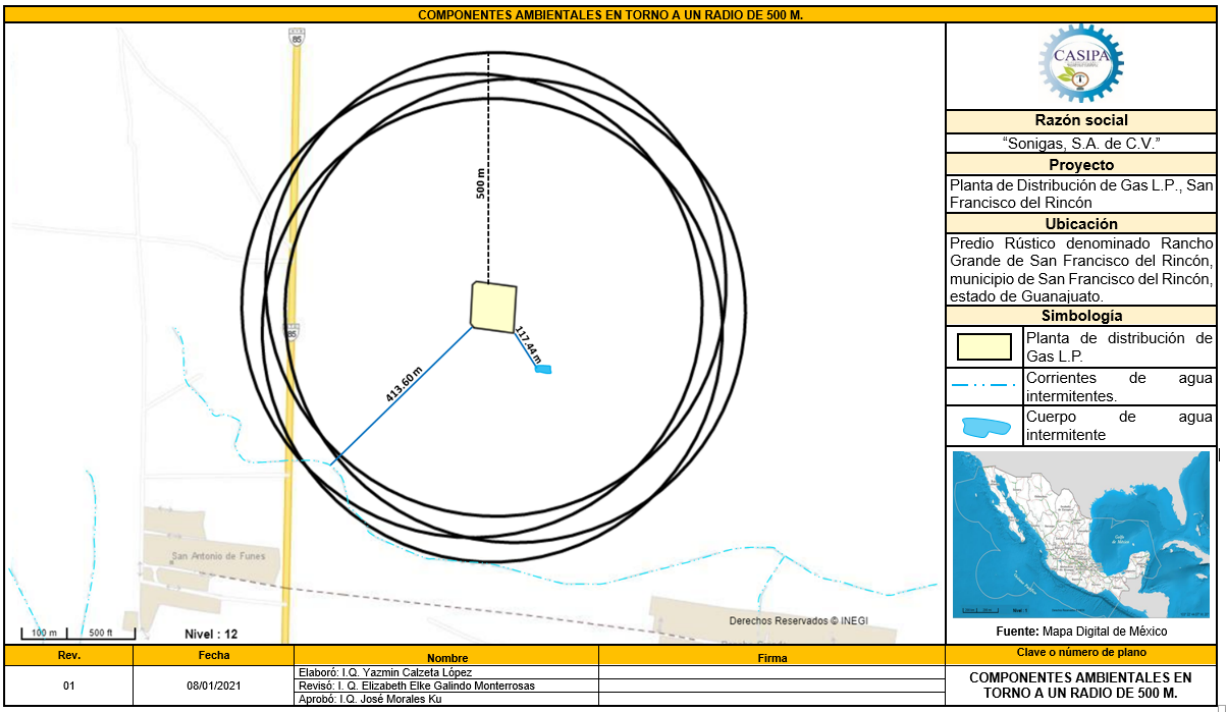


Figura II.13. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Agricultura de temporal (AT)** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos de sitio ya han sido alterados, muestra de ello son los ejemplares que se localizaron en este sitio, los cuales están compuesto de especies florísticas arvenses, ruderales y de ornato y de especies faunísticas sinantrópicas.

Tabla II.24. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Matorral xerófilo	Matorral crasicaule
Noreste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Noroeste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Sur	Agricultura de riego	Agricultura de riego anual
Sureste	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual
Suroeste	Agricultura de riego	Agricultura de riego anual

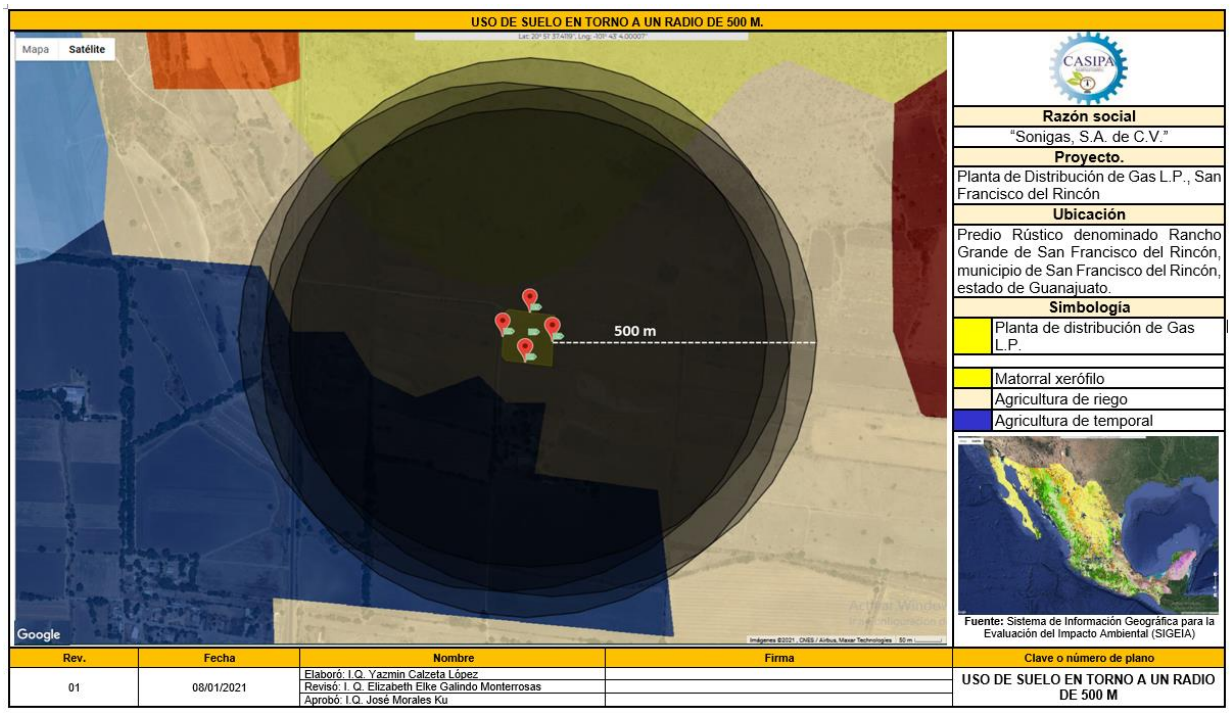


Figura II.14. Uso de suelo para un radio de 500 m.

De igual manera la planta de distribución de Gas L.P. se ubica en la UGAT 392 del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato (PEDUOET), la cual presenta política ecológica de ***restauración*** y una política territorial de ***mejoramiento*****,** sin embargo, es compatible por localizarse en destino para comercio y servicio de intensidad media, de acuerdo al Permiso de Uso de Suelo, DUyOT/US/2229-2020, emitido H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón con fecha del 26 de agosto de 2020.

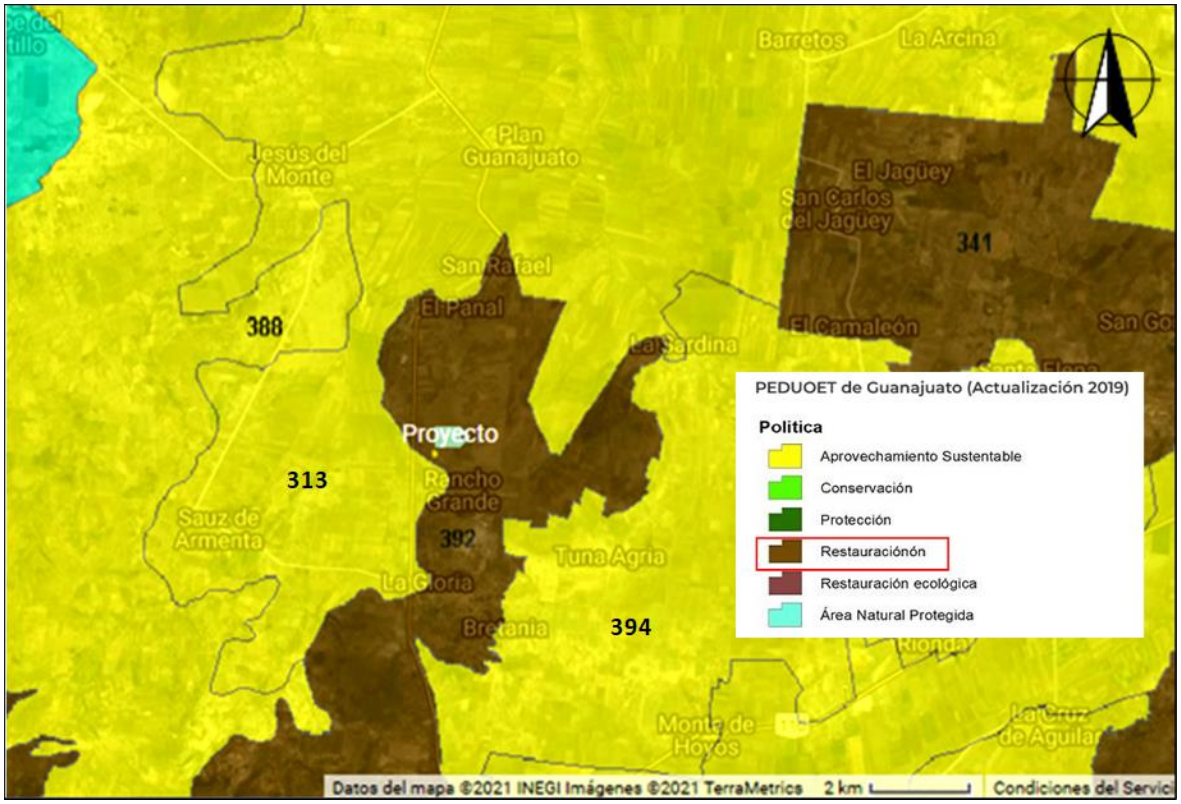


Figura II.15. Localización de la Planta de Distribución en la UGAT 392 del PEDUOET.

Así mismo, de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

- ⇨ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- ⇨ Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato PEDUOET.
- ⇨ Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para el Municipio de León.
- ⇨ Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.

- ⇨ **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

La Planta de Distribución de Gas L.P., se localiza en la **Región Ecológica 18.2** y la **UAB 51** denominada **Bajío Guanajuatense (Figura II.16)**, misma que tiene una política ambiental de **Restauración y aprovechamiento sustentable.**

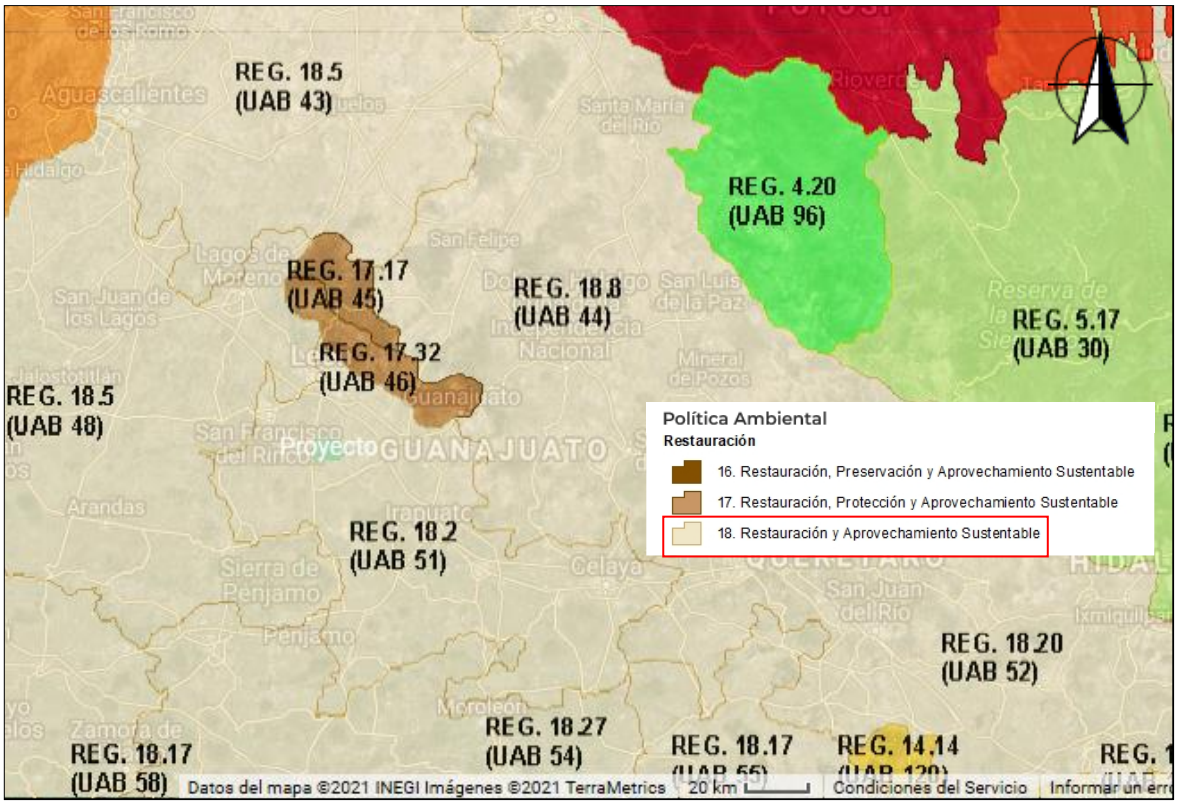


Figura II.16. Localización de la Planta en la UAB 51, Reg. 18.2 del POEGT.

- ⇨ **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato.**

La Planta de Distribución de Gas L.P., se localiza en la **UGAT 392** como se observa en la siguiente **Figura**. Asimismo, esta UGA tiene una **Política ecológica de *restauración* y una Política territorial de *mejoramiento*.**

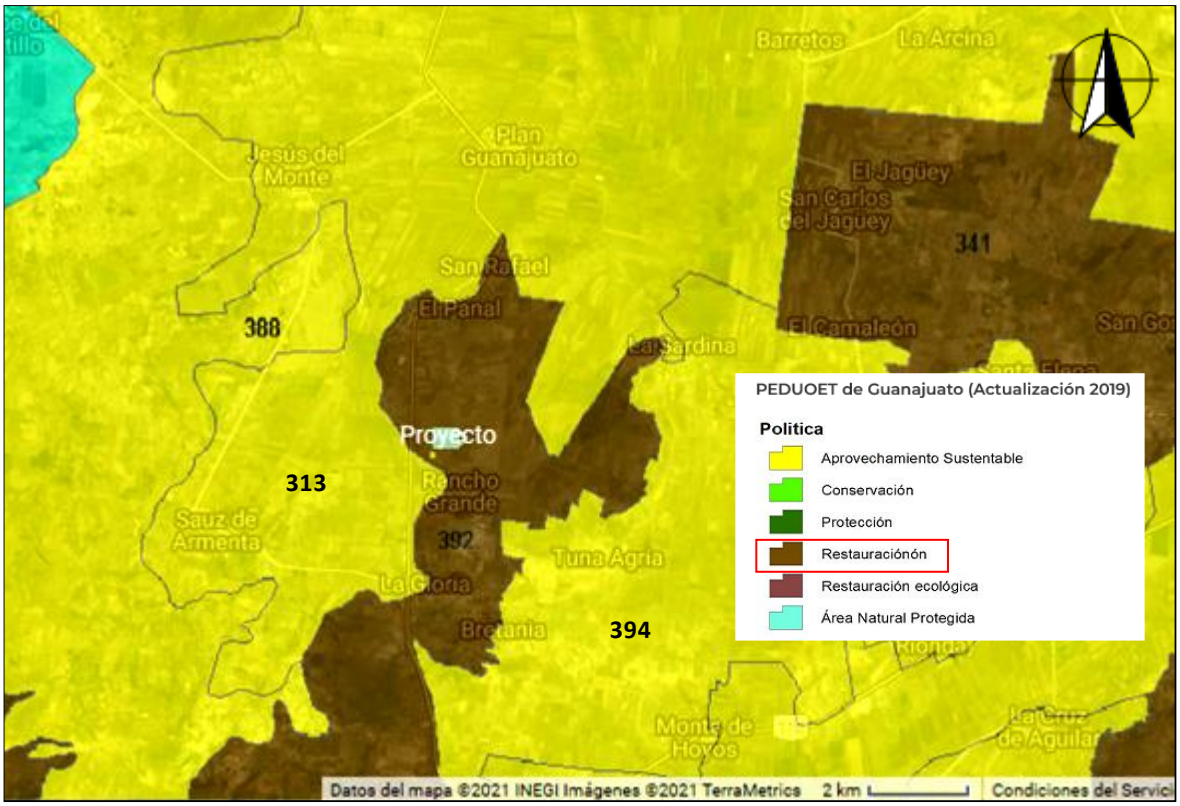


Figura II.17. Localización de la Planta de Distribución en la UGA 392 del PEDUOET.

⇨ **Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para el Municipio de León.**

La Planta de distribución de Gas L.P. incide únicamente 806 m^2 en la UGA 36 del POTE. Esta UGA tiene una **Política de manejo de Aprovechamiento agrícola** y como usos condicionados se encuentran el comercio, servicio e industria.

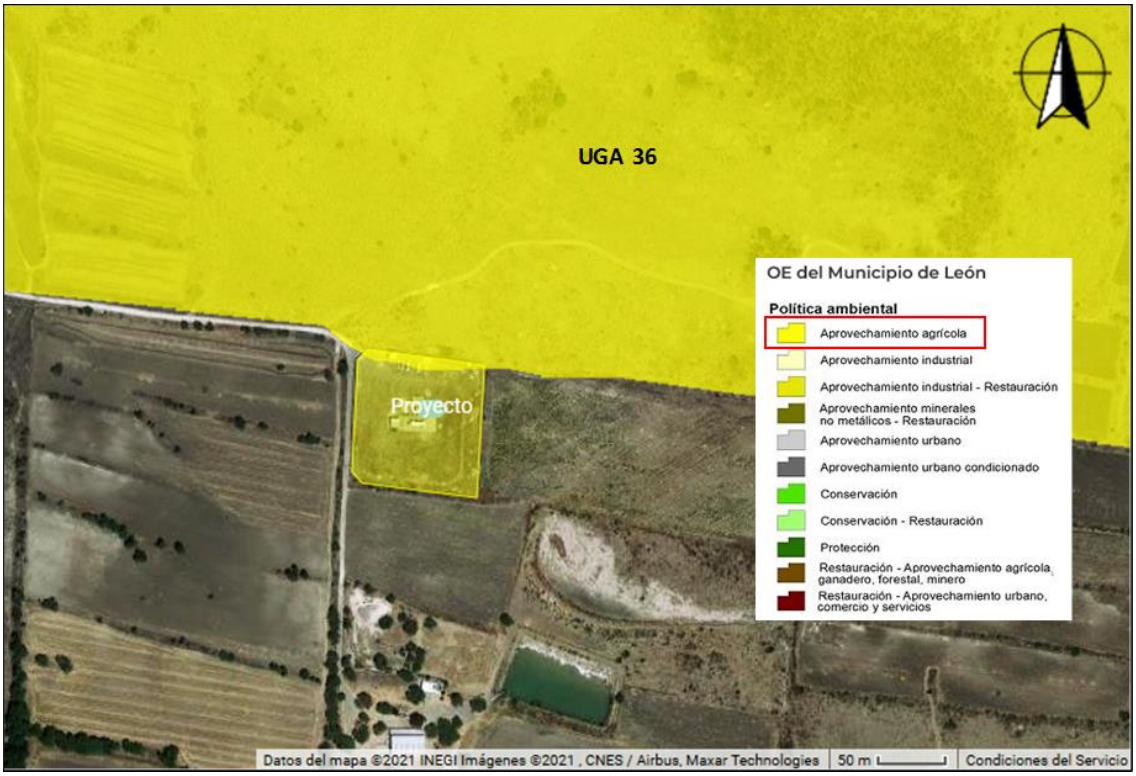


Figura II.18. Localización de la Planta en la UGA 36 del POTE.

⇨ **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.**

En el municipio de San Francisco del Rincón inciden 19 Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT) del modelo de ordenamiento territorial del PEDUOET de 2014.

Por consiguiente, la Planta obedecerá los criterios de regulación aplicables a la UGAT 392 del PEDUOET 2019, el cual es el instrumento de regulación de usos del suelo y actividades productivas vigente.

Asimismo, se pudo constatar mediante herramientas digitales y visita de campo a las instalaciones, que las actividades que se desarrollan en las colindancias de la Planta de Distribución de Gas L.P., no se contraponen con las actividades de las instalaciones y son las siguientes:

- Al **Norte** de predio se localizan terrenos sin actividades particulares, con vegetación secundaria de Matorral xerófilo (matorral crasicaule).
- En dirección **Sur** se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal, donde se cultiva cebolla principalmente. Además, se encuentran dos asentamientos dispersos en una distancia aproximada a 185 m a partir del centro del recipiente de almacenamiento. También se encuentra un cuerpo de agua intermitente.
- En la colindancia **Este** posterior al predio del promovente se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal (cultivos de cebolla principalmente), así como terrenos sin actividades con vegetación secundaria de Matorral xerófilo.
- En dirección **Oeste** se encuentra el acceso a la planta de distribución de gas L.P., y posterior el camino vecinal y terrenos con actividades agrícolas de temporal donde se cultiva cebolla y agave principalmente, además, de dos asentamientos dispersos a una distancia mayor 600 m a partir de límite del predio.

Cabe destacar que no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.

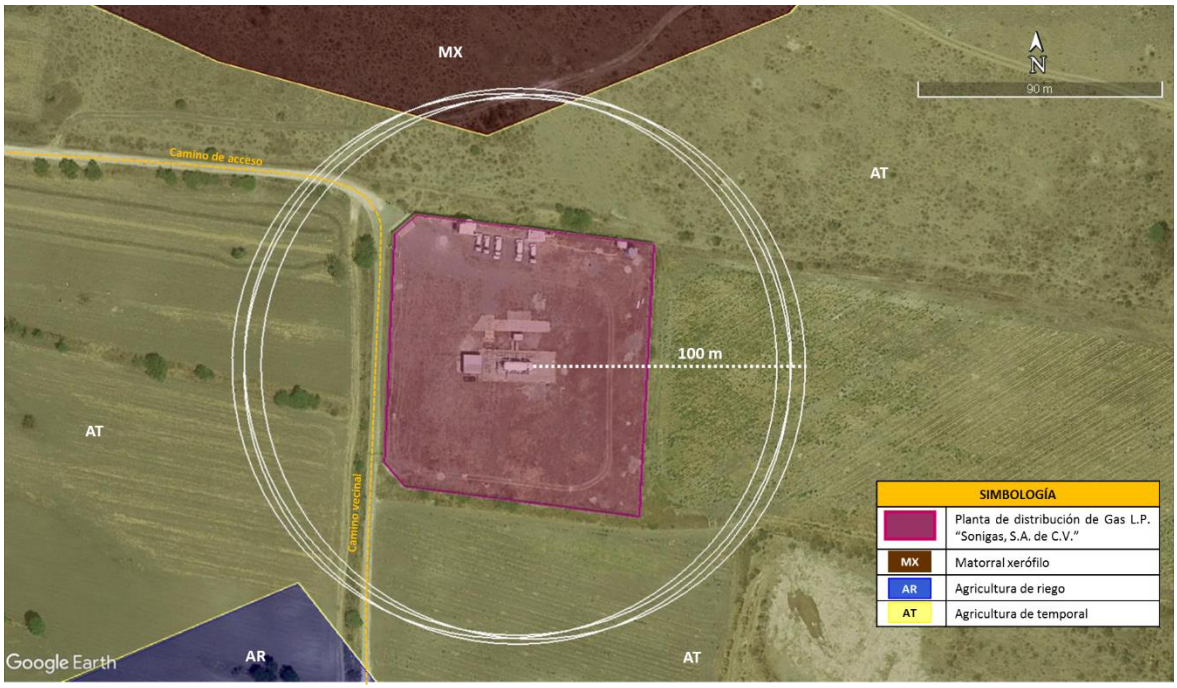


Figura II.19. Distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Delimitación del área de estudio.

Para la delimitación del área de estudio se tomaron como base las consideraciones del apartado IV de la Guía de la Manifestación de Impacto Ambiental Industria del Petróleo Modalidad: Particular. En donde se establece que, para la delimitación del área de estudio se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico, teniendo en cuenta además la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con la Planta tendrá alguna interacción y de igual manera se pueden considerar los siguientes criterios:

- ✓ Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos;
- ✓ Factores sociales;
- ✓ Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;
- ✓ Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y
- ✓ Usos del suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (sí existieran).

Del mismo modo, se toma en cuenta que la empresa realiza actividades altamente riesgosas por sobrepasar la cantidad de reporte de 50,000 Kg de Gas L.P., indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, por lo que se definieron en el presente Estudio de Riesgo Ambiental los radios de afectación en el sitio de la Planta. Del mismo modo, se subraya que, las actividades operativas de la Planta serán simples, ya que, no se realizarán procesos de transformación de materiales y/o reacciones químicas, dedicándose exclusivamente al trasiego del Gas L.P y como resultado de estas consideraciones se delimitaron las siguientes áreas:

- ✓ Área del proyecto
- ✓ Sistema Ambiental

- **Área del Proyecto**

El *Área del proyecto* corresponde al espacio de la Planta de distribución de gas l.p., que la empresa utilizará como área operativa siendo en total **9,346 m^2.** Ya que, las actividades operativas serán desarrolladas únicamente en las instalaciones que se encuentran delimitadas, por tanto, las emisiones, residuos, aguas residuales y/o derrames que pudieran afectar a los componentes biofísicos del sitio (flora, fauna, suelo, aire y agua) se generarán únicamente en este espacio.

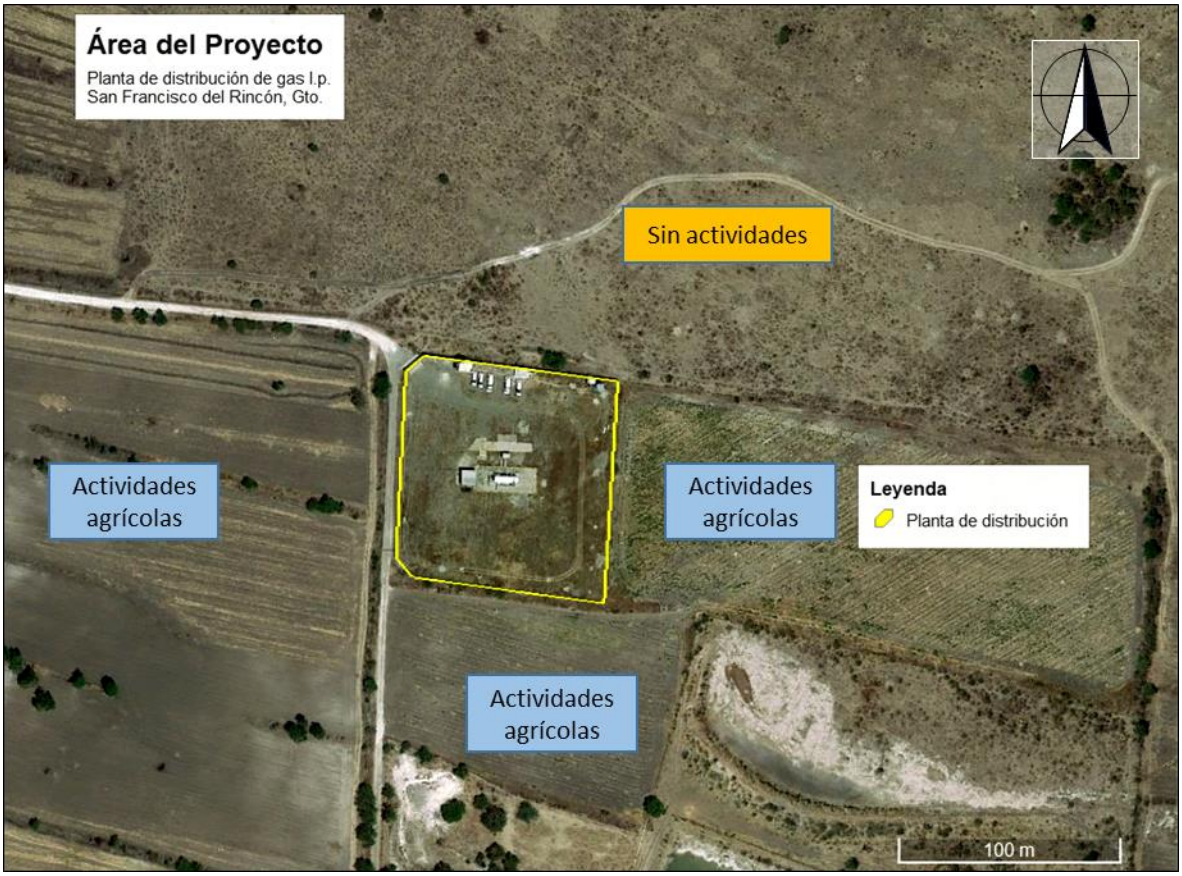


Figura II.20. Área del Proyecto (9,346 m^2).

- **Sistema Ambiental.**

Respecto a la delimitación del Sistema Ambiental, en el Capítulo III de la MIA-P, se describió la vinculación de las actividades del Proyecto con los instrumentos de Ordenamiento Ecológico aplicables, donde se estableció la localización del mismo en las UGA´s 392 del PEDUOET y 36 del POTEML, siendo importante subrayar que la amplitud de citadas UGA´s son de 6,898.878 y 33,625.229 Ha, respectivamente y la del Proyecto de 0.9346 Ha.

Esta consideración indica que la incidencia del Proyecto por su amplitud es del 0.001 y 0.002%, respectivamente, lo cual representa una escasa interacción entre el proyecto y los componentes biofísicos localizados en dichas UGA´s. Esto al considerar que las actividades operativas serán desarrolladas únicamente en el Área el proyecto, por lo que el efecto de los posibles impactos ambientales que se generen serán puntuales y localizados.

No obstante, los factores biofísicos y socioeconómicos de los alrededores de la instalación podrían verse afectados en caso de una situación de emergencia que sobrepase los límites de dicha área.

En consecuencia, la delimitación del **Sistema Ambiental (SA)** para el Proyecto se definió con base a *Factores sociales*. En donde el SA corresponde al radio de la *zona de amortiguamiento* del evento tipo BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) del tanque de almacenamiento de 89,020 litros instalado en la Planta de distribución, considerando el 80% de

su capacidad, el cual es el evento de mayores daños, pero de menor probabilidad de ocurrencia identificado en el presente *Estudio de Riesgo Ambiental* que acompaña la MIA-P.

En este mismo sentido, la zona de amortiguamiento es definida en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo como *el Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada*; siendo ésta para la radiación emitida por la bola de fuego formada al momento de la BLEVE el sitio donde se encuentre un valor de radiación térmica equivalente a 1.4 kW/m^2 y a través del análisis de consecuencias presentado en el Análisis de Riesgo dicho valor de radiación térmica tiene un radio de **1,079.94 m**.

En la **Figura II.21,** se muestra la delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto, en donde se observan mayormente usos del suelo para actividades agrícolas. También se observan las siguientes actividades:

- ⇨ Al **Norte** del Sistema Ambiental se localizan terrenos sin actividades particulares, con vegetación secundaria de Matorral xerófilo (matorral crasicaule). Asimismo, en dirección **Noroeste** se ubica la localidad denominada “Jalapa” a una distancia mayor de 700 m contados a partir del límite del predio.

- ⇨ En dirección **Sur** se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal, donde se cultiva cebolla principalmente. Además, se encuentran dos asentamientos dispersos en una distancia aproximada a 185 m a partir del centro del recipiente de almacenamiento. Sobre esta misma colindancia se encuentra la localidad “Rancho Grande” y un cuerpo de agua intermitente.

- ⇨ En la colindancia **Este** del Sistema Ambiental posterior al predio del promovente se encuentran terrenos con actividades agrícolas de temporal (cultivos de cebolla principalmente), así como terrenos sin actividades con vegetación secundaria de Matorral xerófilo.

- ⇨ En dirección **Oeste** se encuentra el acceso a la Planta de distribución de gas L.P., y posterior existen terrenos con actividades agrícolas de temporal donde se cultiva cebolla y agave principalmente, además, de dos asentamientos dispersos. Y al **Suroeste** se encuentra la localidad “San Antonio de Funes” a más de 600 m a partir de límite del predio.

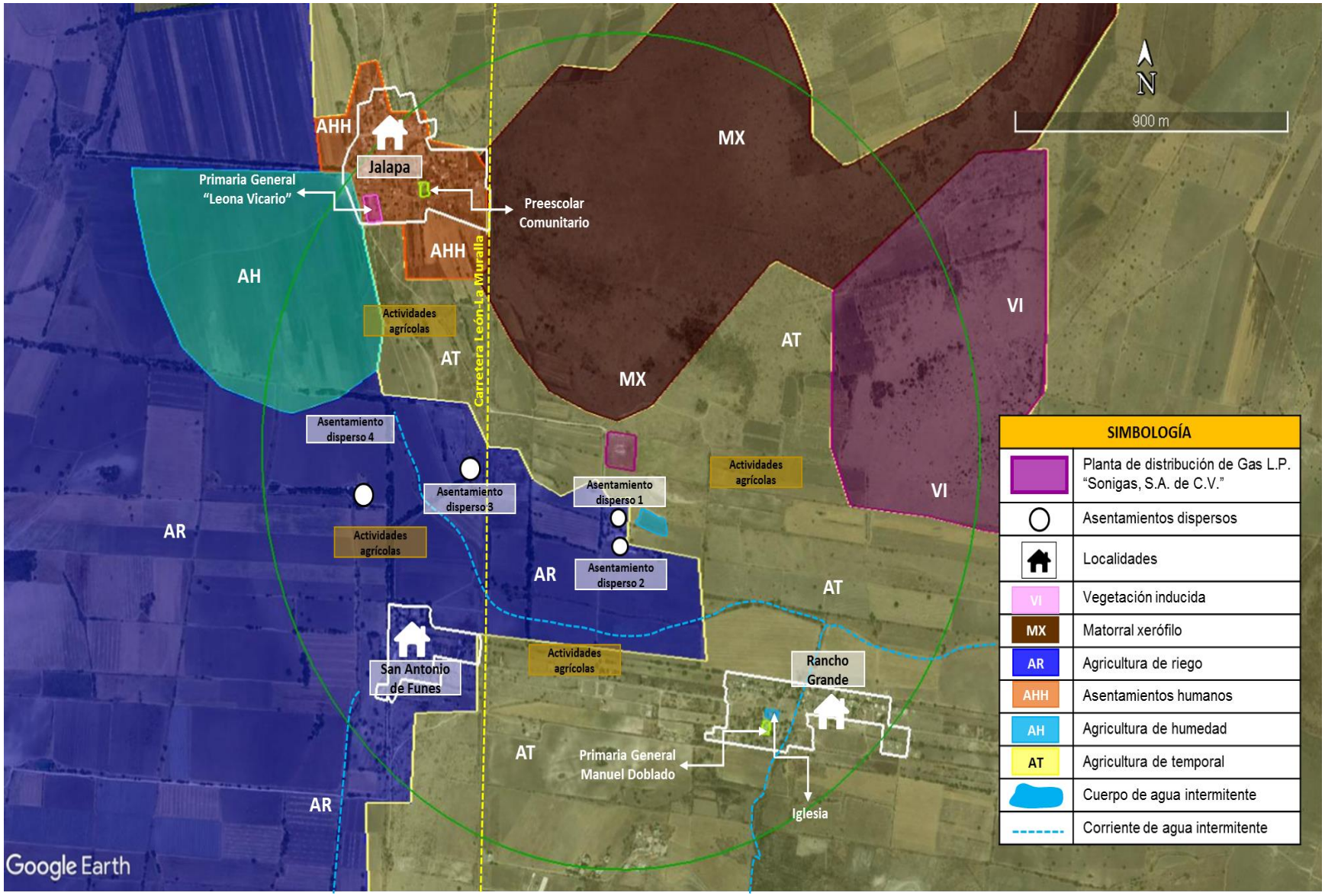


Figura II.21. Delimitación del Sistema Ambiental (Radio=1,079.94 m).

Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

- **Aspectos abióticos**

a) Clima

- Tipo de clima

De acuerdo a los datos de las históricos para el periodo 1981-2010 **(Tabla II.25)** de la Estación Meteorológica 00011035 "La Sandía" de la Comisión Nacional del Agua y del programa SIGEIA, el tipo de clima del Sistema Ambiental según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1998), corresponde a Semicálido (A)C(wo), con temperatura media anual de **19.3 ºC** y una máxima y mínima promedio de 28.8 y 9.8°C, respectivamente y una altitud de 1,771 msnm.

Tabla II.25. Registro de temperaturas en el Sistema Ambiental.

Temperatura ºC	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima	24.8	27.4	29.8	31.3	32.6	31.2	29.2	29	28.5	28.4	27.8	26.1
Media	14.4	16.4	18.6	20.8	22.9	23	21.7	21.4	20.9	19.4	17.3	15.3
Mínima	4	5.4	7.3	10.3	13.2	14.8	14.1	13.7	13.3	10.5	6.8	4.5

- Precipitación

En la siguiente (**Tabla II.26).** se observa un registro histórico (1981-2010) de precipitaciones pluviales en el sitio de estudio. Se observa que en el Sistema Ambiental la precipitación media anual es de **602.1 mm**, teniendo los mayores registros entre los meses de junio a septiembre, siendo el mes de julio el que presenta los mayores registros con 153.5 mm en promedio anual (Normales Climatológicas, CNA).

Tabla II.26. Régimen de precipitación pluvial para el Sistema Ambiental.

Precipitación (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Normal	13	8.4	2.9	5.2	25.9	122.5	153.5	122.9	101.5	35.3	6.3	4.7
Máx. mensual	120.8	130.5	26	48	98.5	289.6	288.5	200	182	99.2	44	26

- Vientos dominantes

La velocidad promedio y dirección de los vientos dominantes en el Sistema Ambiental es de **1.5 m/s** con dirección **Noroeste (Figura II.22)** de acuerdo con los registros históricos que abarcan un periodo de 2010 a 2020 de la estación *Purísima del Rincón*, la cual es la más cercana al sitio de estudio y es parte de la red del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

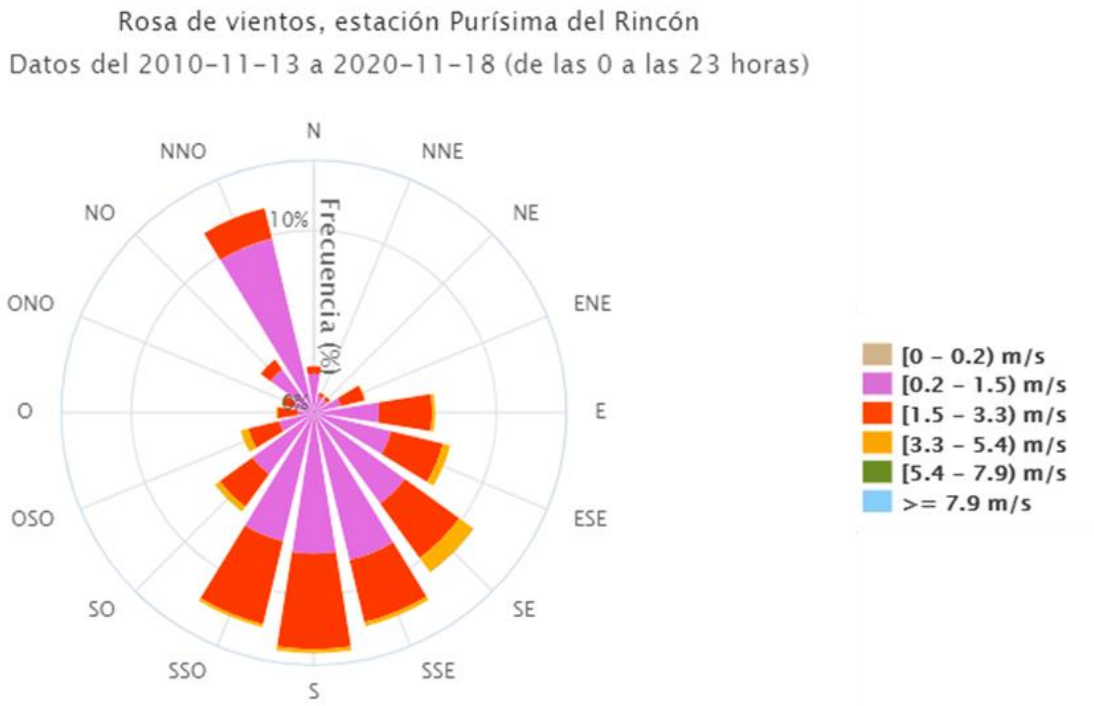


Figura II.22. Rosa de vientos dominantes en el Sistema Ambiental.

b) Fisiografía, geología y topografía

- Fisiografía

El Municipio de San Francisco del Rincón y por ende el Sistema Ambiental está localizado en la Provincia Fisiográfica del *Eje Neovolcánico* y Subprovincia *Bajío Guanajuatense* de acuerdo a la carta de Fisiografía del INEGI como se muestra en la **Figura II.23**.

- Geología

De acuerdo al PMDUOET (2016) las rocas presentes en el municipio de San Francisco del Rincón datan principalmente de los periodos neógeno y cuaternario. Se encuentran rocas de origen ígnea extrusiva tipo basalto, toba acida, basalto-brecha volcánica básica y riolita, además de rocas de origen sedimentario tipo arenisca-conglomerado, caliza, arenisca, lutita y aluvión.

Particularmente, el origen geológico del Sistema ambiental comprende diferentes tipos de rocas: sedimentarias tipo *Caliza* y *Arenisca*, ígnea extrusiva tipo *Basalto* y roca de origen *Aluvial* como se observa en la **Figura II.24**.

La Planta de Distribución en particular se encuentra en roca sedimentaria tipo *Caliza* y roca ígnea extrusiva tipo *Basalto* **(Figura II.24)**.



Figura II.23. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

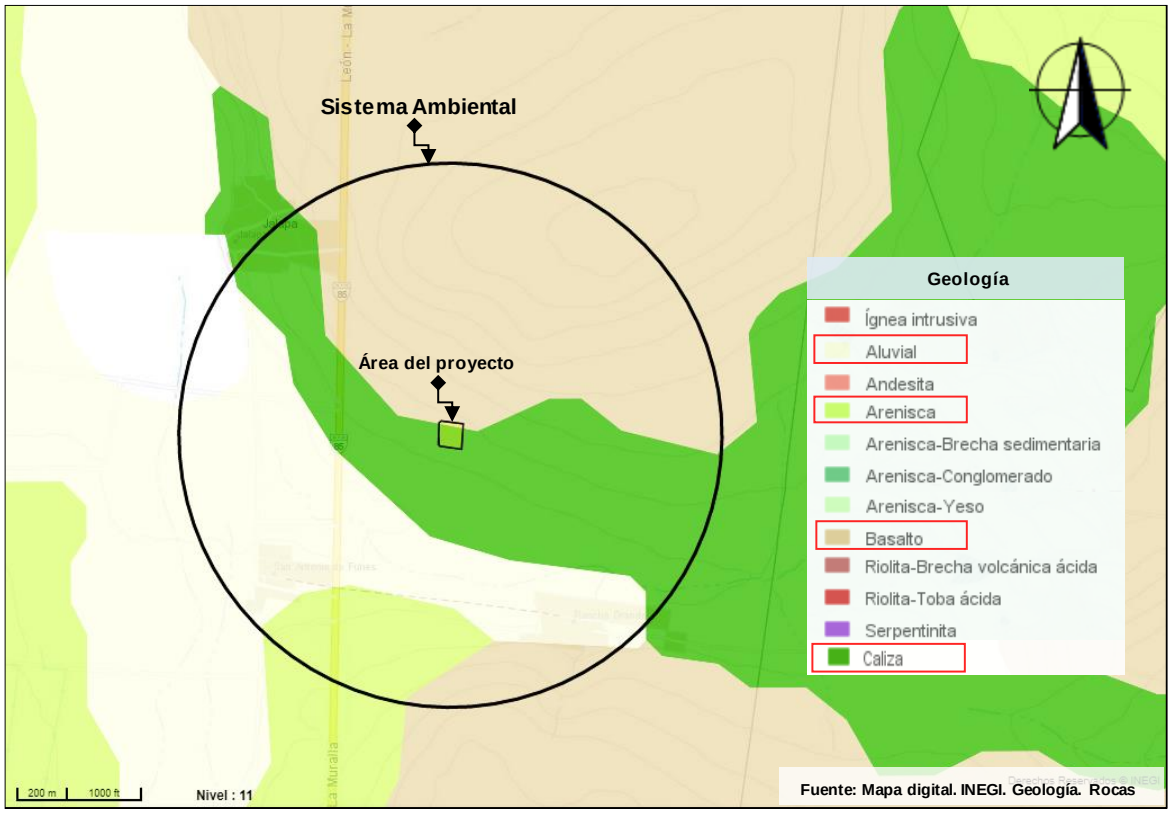


Figura II.24. Origen Geológico del Sistema Ambiental.

- Sistema de Topoformas

Los Sistemas de Topoformas que predominan en el municipio son: llanura aluvial (57.07%), lomerío de aluvión antiguo con mesetas (42.14%), meseta basáltica con lomerío (0.72), llanura de piso rocoso o cementado (0.07). Mientras que las elevaciones principales del municipio son los cerros: el Jardín, los Calzones, los Salados, San Cristóbal y California (PMDUOET, 2016).

El Sistema Ambiental se localiza en dos tipos de topoformas: Llanura y Lomerío. La Planta se sitúa en un Sistema de Topoformas que corresponde a *Llanura* como se observa en la siguiente Figura.

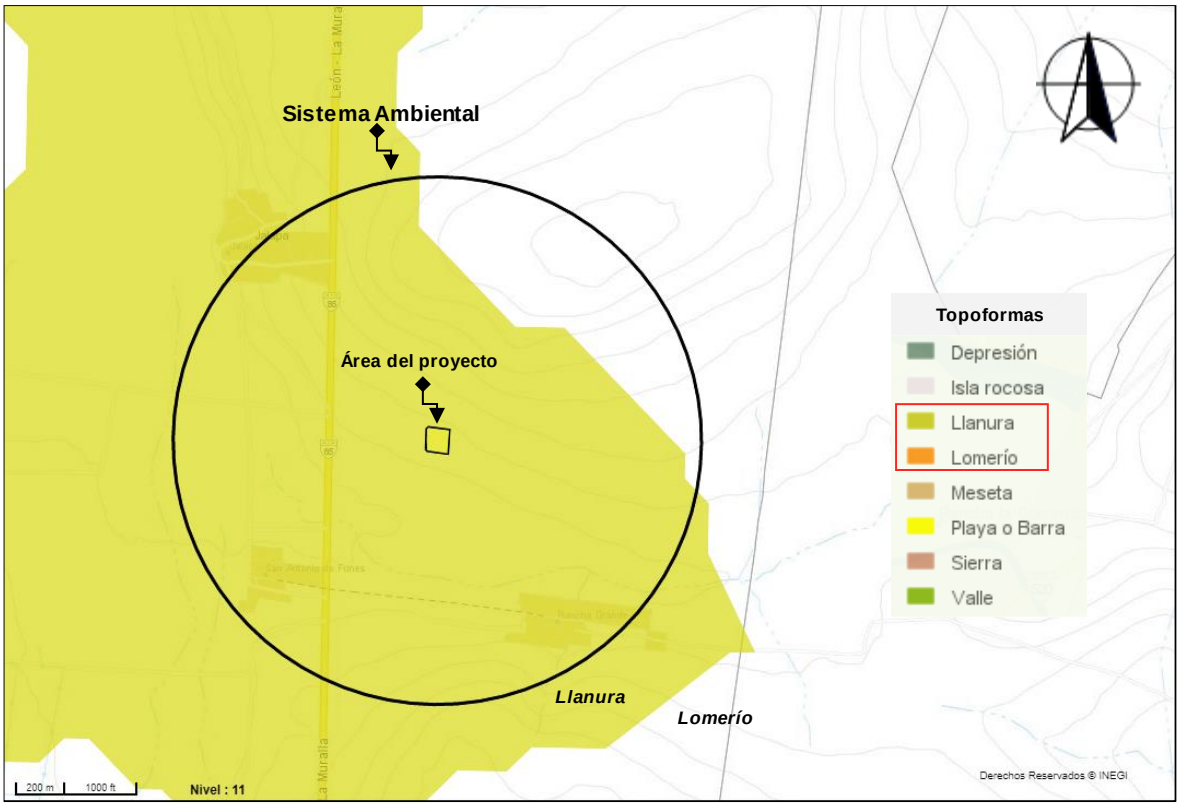


Figura II.25. Sistema de Topoformas en el Sistema Ambiental.

c) Hidrología superficial y subterránea

- Hidrología superficial

El municipio se ubica en su totalidad dentro de la región hidrológica 12-Lerma-Santiago; de la misma manera se ubica en el RH12B Río Lerma-Salamanca. Asimismo, la red de corrientes de agua en el municipio se extiende a lo largo de 428.2 km; todas ellas de régimen intermitente siendo las principales: California, El Cordero, El Junco, El Ruso, El Sauz, El Sauz Viejo, Funes, Hondo, La Barrera, Cañada de Lobos, Las Cuevas, León y Santiago.

Mientras que la red de canales asciende a 30.52 km, siendo los de mayor longitud: Jesús del Monte, Río Santiago y San Roque. También se han identificado 164 presas y bordos de ciclo intermitente con excepción de Ciénega Los Veneros (PMDUOET, 2016).

Del mismo modo, el Sistema Ambiental se localiza en la Región Hidrológica Lerma-Santiago, cuenca del Río Lerma-Salamanca, Subcuenca Pénjamo-Irapuato-Silao y Microcuenca 12BdCCD (SIGEIA, 2021). Asimismo, en esta delimitación no se encuentran cuerpos de agua permanente, pero si se localizan escurrimientos y represas intermitentes que confluyen en la temporada de lluvias **Figura II.26.**

- Hidrología subterránea

El municipio abastece sus necesidades de 4 acuíferos: Río Turbio, La Muralla, Valle de León y Silao de la Victoria-Romita. De ellos los acuíferos Río Turbio y la Muralla abarcan poco más del 86% de la superficie de San Francisco del Rincón (PMDUOET, 2016).

Concretamente, el Sistema Ambiental se ubica dentro de la delimitación del Acuífero No. 1111 denominado *La Muralla* con una superficie de 24,380.76 Ha (SIGEIA, 2020).

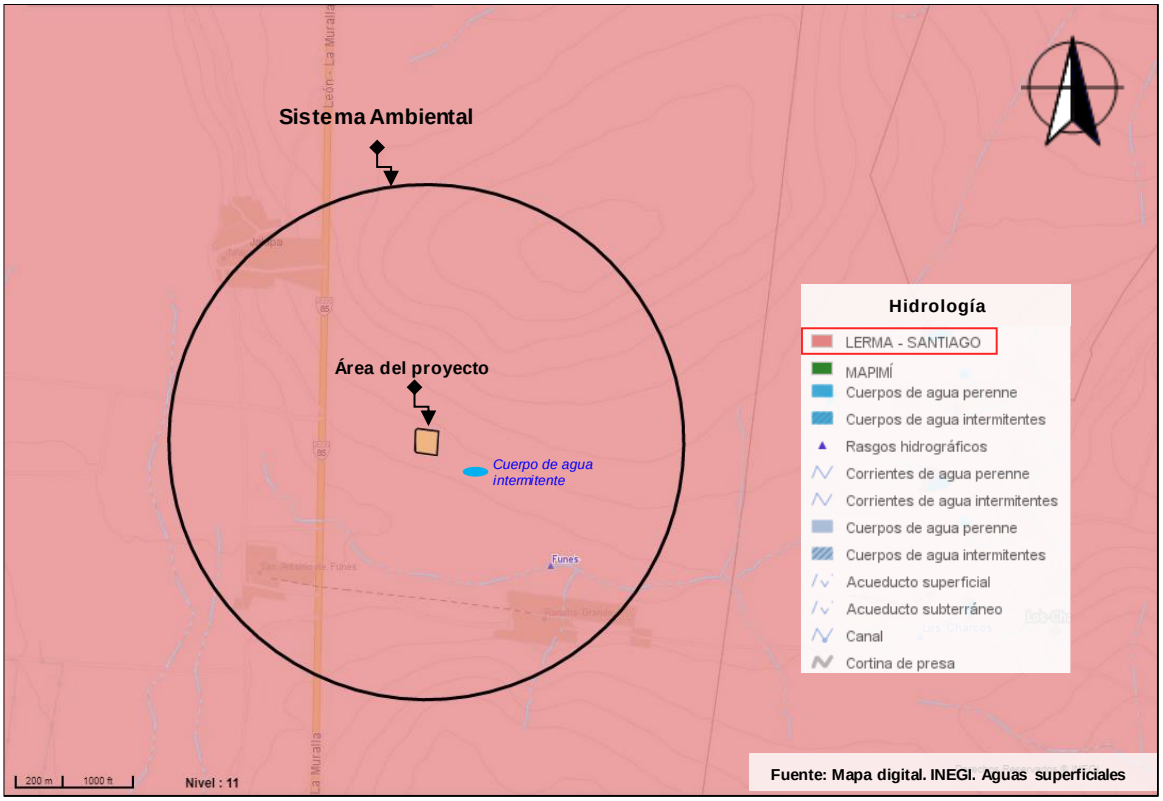


Figura II.26. Recursos Hidrológicos en el Sistema Ambiental.

- **Aspectos bióticos.**

a) Vegetación terrestre

La vegetación que se localiza en el municipio, está mayormente representada por parcelas agrícolas de riego y de temporal, así como de matorral xerófilo y matorral subtropical, dentro del cual se pueden observar enclaves de vegetación de Bosque Tropical Caducifolio en ciertas zonas conservadas, como cañadas y laderas poco accesibles. Se presenta también pastizal inducido, sobre un escaso pastizal natural, se puede observar la presencia de bosque de galería, destacando que en zonas bajas de los cerros y vecinas a las zonas de población se presentan áreas de disturbio donde se observan zonas de cultivo y vegetación secundaria (elementos arvenses y ruderales) anexas a las vías de comunicación, como mezquite, cazahuate, garambullo, así como diversos pastos como zacate colorado y zacate tres barbas (PMDUOET, 2016).

En la siguiente **Figura** basada en la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), se observa que, en el Sistema Ambiental se localizan seis tipos de uso de suelo: asentamientos humanos, vegetación inducida (pastizal inducido), matorral xerófilo (matorral crasicaule), agricultura de riego (agricultura de riego anual y semipermanente), agricultura de humedad (agricultura de humedad anual), agricultura de temporal (agricultura de temporal anual). Siendo este último el uso del suelo donde se localiza la Planta.

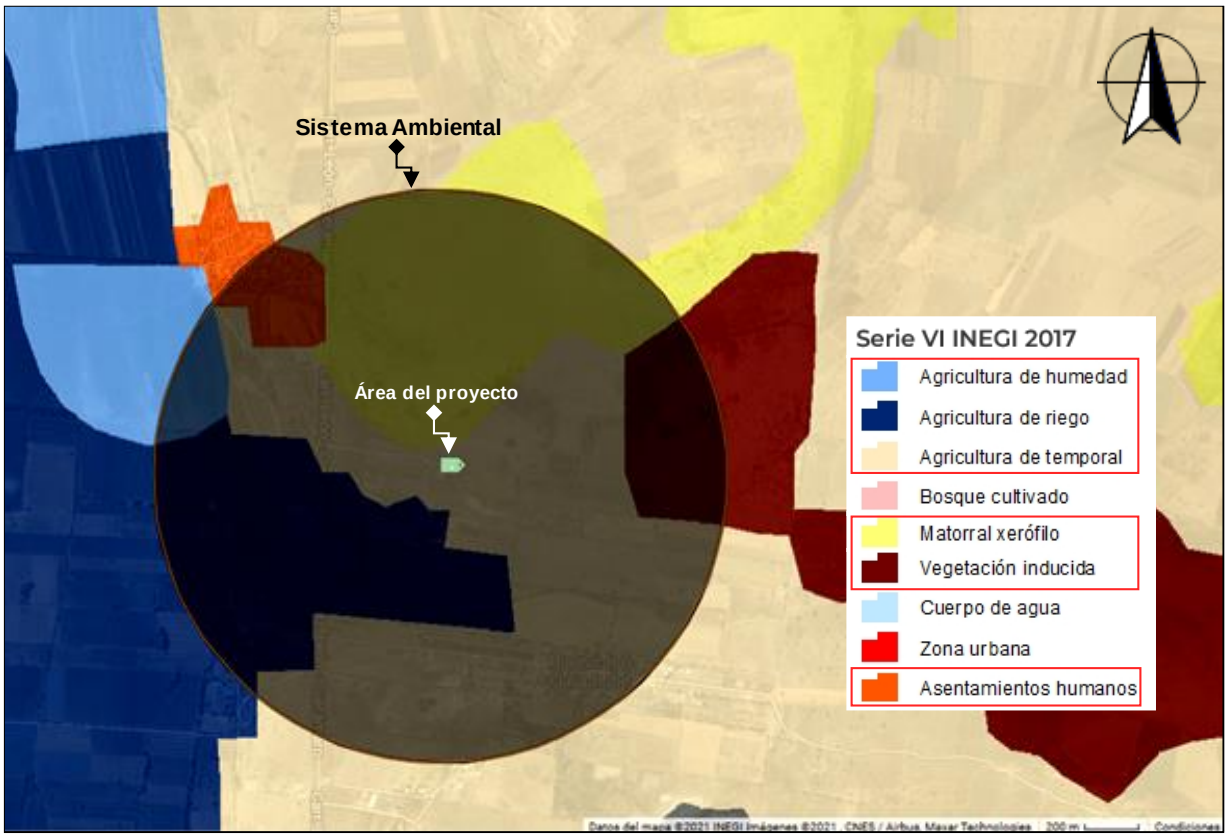


Figura II.27. Usos del suelo y vegetación en el Sistema Ambiental.

- **Flora del Área del Proyecto**

Con la finalidad de conocer las características florísticas del Área del proyecto, se llevó a cabo una visita de campo los días 27 y 28 de enero de 2021, en la época de estiaje, en donde se realizaron observaciones directas de las especies vegetales localizadas en el área que ocupa la Planta de distribución de gas l.p. Se utilizó este tipo de muestreo, ya que se trata de una superficie que actualmente se encuentra bardeada y donde se encuentran ejemplares de ornato únicamente, ya que en la instalación de la planta de distribución por parte de la empresa cedente se desmontó y despalmó la vegetación existente en su momento.

Se muestran en la siguiente **Tabla** la lista de elementos florísticos que fueron localizados en el área del proyecto. Entre ellos destacan especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (*Erythrina americana*) y el Palo verde (*Parkinsonia aculeata*), además de rosas (*Rosa sp.*) y álamos (*Platanus rzedowskii*).

Tabla II.27. Especies florísticas localizadas en el Área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Fabaceae	*Erythrina americana*	Colorín	Sin presencia
	Parkinsonia aculeata	Palo verde	Sin presencia
Rosaceae	*Rosa sp.*	Rosa	Sin presencia
Platanaceae	*Platanus rzedowskii*	Álamo	Sin presencia

Conforme a lo anterior, no se reportan especies que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III.

- **Flora en el Sistema Ambiental**

La flora del Sistema Ambiental se determinó mediante revisiones bibliográficas especializadas de las especies registradas en el municipio de San Francisco del Rincón (Enciclovida-CONABIO) y que por ende son susceptibles de localizarse en esta área, ya que en la visita de campo se observó escasez de áreas naturales y por tanto un número de ejemplares florísticos reducido, además, que en el sitio de estudio existen actividades económicas predominantemente de agricultura, que implican que los predios sean inaccesibles por ser propiedad privada, evitando con ello la realización de muestreos.

Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla II.28,** donde se observa que las especies vegetales de las Familias Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae, son las que representan mayoría de registros en el Sistema Ambiental, por lo tanto, son las que tienen mayor potencial de localizarse en esta delimitación. De igual forma, en la consulta de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III, se comprobó que de las especies florísticas reportadas para el municipio de San Francisco del Rincón no hay presencia de ejemplares protegidos.

Tabla II.28. Especies florísticas susceptibles de encontrar en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	NOM-059
Amaranthaceae	*Gomphrena serrata*	Amor seco	Nativa	-
Asparagaceae	*Agave tequilana*	Agave azul	-	-
Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	Nativa	-
	Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	Nativa	-
	Dyssodia tagetiflora	Yerba del taray	Endémica, Nativa	-
	Melampodium divaricatum	Acahual amarillo	Nativa	-

	Pectis prostrata	Cominillo	Introducida	-
Bignoniaceae	*Spathodea campanulata*	Tulipán africano	Introducida	-
	Tecoma stans	Tronadora	Nativa	-
Cactaceae	*Lophocereus marginatus*	Chilayo	Nativa	-
	Opuntia sp.	Nopal	Nativa	-
Convolvulaceae	*Ipomoea costellata*	-	Nativa	-
	Ipomoea murucoides	Cazahuate	Nativa	-
	Ipomoea purpurea	Campanilla morada	Nativa	-
	Convolvulus arvensis	Correhuela	Introducida	-
Cucurbitaceae	*Echinopepon pubescens*	-	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia velleriflora*	-	Nativa	-
	Ricinus communis	Higuerilla	Introducida	-
Fabaceae	*Erythrina americana*	Colorín	Nativa	-
	Parkinsonia aculeata	Palo verde	Nativa	-
	Prosopis laevigata	Mezquite blanco	Nativa	-
Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	Nativa	-
	Vachellia pennatula	Algarrobo	Nativa	-
	Vachellia farnesiana	Huizache	Nativa	-
	Crotalaria pumila	Chipil	Nativa	-
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Algodoncillo	Nativa	-
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	Introducida	-
Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa*	Maravilla	Nativa	-
	Commicarpus scandens	Bejuco de la araña	Nativa	-
Platanaceae	*Platanus mexicana*	Álamo blanco	Nativa	-
	Platanus rzedowskii	Álamo	Álamo	-
Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo Asiático	Introducido	-
	Melinis repens	Pasto Africano	Introducido	-
	Eriochloa acuminata	-	Nativa	-
	Aristida adscensionis	Pasto	Nativa	-
	Echinochloa crus-galli	Grama morada	Exótica	-
	Leersia hexandra	-	Nativa	-
	Eragrostis intermedia	Zacate llanero	Nativa	-
	Paspalum lividum	-	Nativa	-
	Eragrostis mexicana	Zacate de agua	Nativa	-
	Eragrostis pectinacea	-	Nativa	-
	Paspalum pubiflorum	Camalote velludo	Nativa	-
	Bouteloua repens	Navajita rastrera	Nativa	-
	Bouteloua simplex	Navajita simple	Nativa	-
	Erioneuron avenaceum	-	Nativa	-
	Eriochloa acuminata	-	Nativa	-
	Bouteloua curtipendula	-	Endémica, Nativa	-
	Echinochloa crus-galli	-	Nativa	-
	Cenchrus spinifex	-	Nativa	-
Rutaceae	*Ptelea trifoliata*	Palo zorrillo	-	-
Salicaceae	*Neopringlea integrifolia*	Palo estaca	Endémica, Nativa	-
	Salix bonplandiana	Ahuejote	Nativa	-
Solanaceae	*Lycianthes rantonnetii*	Liciantes	-	-
	Nicotiana glauca	Tabaquillo	Introducida	-
	Solanum rostratum	Ayohuiztle	Nativa	-
Zygophyllaceae	*Kallstroemia rosei*	Verdolaguilla	Endémica, Nativa	-
	Tribulus terrestres	Abrojo	Introducida	-

Fuente: Enciclovida, CONABIO. -= Sin presencia.

b) Fauna

- Fauna del Área del proyecto

La determinación de la fauna presente en el Área del proyecto se llevó a cabo mediante una visita de campo los días 27 y 28 de enero de 2021, en la época de estiaje, en donde se realizaron observaciones directas e indirectas, registrando todas las especies de los grupos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios avistados en el área que ocupa la Planta de distribución de gas l.p.

Se realizó un recorrido en línea recta sobre los límites de la instalación y de forma cruzada, registrando a los individuos mediante observaciones directa de los especímenes e indirecta a través de indicios de presencia de fauna tales como excretas y vocalizaciones. El reconocimiento de aves, se hizo mediante observaciones directas e indirectas bajo la misma metodología antes descrita. Además, en los vértices del predio se establecieron estaciones donde se permaneció durante 10 minutos en silencio con la finalidad de hacer los registros de avistamientos. Para el caso de mamíferos, reptiles y anfibios se realizó el mismo recorrido. En el caso del primer grupo se buscaron principalmente indicios de su presencia (excretas), en el caso de reptiles se fue buscando sitios donde habitan regularmente (rocas, troncos).

Los resultados mostrados en la siguiente **Tabla** indican que el espacio que ocupa la Planta de distribución de gas l.p., está compuesto principalmente por especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras, sin registrase la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.29. Especies faunísticas localizadas en el Área del proyecto.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-
	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-
		Zenaida macroura	Huilota común	-
		Columbina inca	Tortolita cola larga	
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón Mexicano	-
	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-
	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	-
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión europeo	-
	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-
		Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	-

-= Sin presencia.

- Fauna del Sistema Ambiental

Para caracterizar la fauna del Sistema Ambiental, se realizó una revisión bibliográfica de las especies registradas en el municipio de San Francisco del Rincón, las cuales son susceptibles de localizarse en el Sistema Ambiental. Cabe mencionar qué, se utilizó esta metodología, ya que no es posible realizar muestreos en esta delimitación debido a que se trata de sitios inaccesibles por ser propiedad privada.

En la **Tabla II.30** se muestran el listado del grupo con mayor probabilidad de localizarse en el Sistema Ambiental las aves, especialmente las de las Familias Cardinalidae, Columbidae,

Icteridae, Passerellidae y Tyrannidae. Se observa en el listado que se encontraron dos especies Sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) y el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*).

Tabla II.30. Especies de aves susceptibles de encontrar en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr
	Circus hudsonius	Gavilán rastrero	-
	Elanus leucurus	Milano cola blanca	-
Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-
Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	-
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-
	Bubulcus ibis	Garza ganadera africana	-
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-
	Antrostomus arizonae	Tapacaminos Cuerporruín	-
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-
	Passerina caerulea	Picogordo azul	-
	Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr
	Passerina cyanea	Colorín azul	-
	Passerina versicolor	Colorín morado	-
	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-
Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-
	Coragyps atratus	Zopilote común	-
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-
	Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	-
	Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	-
	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-
	Zenaida macroura	Huilota Común	-
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-
	Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	-
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-
	Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	-
	Falco sparverius	Cernícalo americano	-
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-
	Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-
	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-
Icteridae	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos	-
	Icterus abeillei	Calandria Flancos Negros	-
	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	-
	Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-
	Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	-
	Molothrus ater	Tordo cabeza café	-
	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	-
	Sturnella magna	Pradero	-
	Sturnella neglecta	Pradero del Oeste	-
	Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla	-
	Icteria virens	Chipe Grande	-

Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-
	Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	-
Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	-
Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	-
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-
	Geothlypis trichas	Mascarita común	-
	Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-
	Setophaga nigrescens	Chipe negrogrís	-
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-
	Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	-
	Melozone fusca	Rascador Viejita	-
	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	-
	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	-
	Spizella pallida	Gorrión pálido	-
	Spizella passerina	Gorrión Cejas Blancas	-
	Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	-
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Europeo	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	-
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	-
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-
Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	-
Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-
Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-
Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-
	Cistothorus palustris	Saltapared Pantanero	-
	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	-
	Troglodytes aedon	Saltapared Común	-
Trochilidae	*Amazilia violiceps*	Colibrí corona violeta	-
	Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	-
	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-
	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	-
	Selasphorus rufus	Zumbador Canelo	-
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-
	Contopus sordidulus	Papamoscas del Oeste	-
	Empidonax occidentalis	Papamoscas Barranqueño	-
	Empidonax wrightii	Papamoscas Bajacolita	-
	Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo	-
	Pitangus sulphuratus	Bienteveo común	-
	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-
	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-
	Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	-
	Sayornis saya	Papamoscas llanero	-
	Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-
Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	-
	Vireo plumbeus	Vireo plomizo	-

Fuente: Enciclovida, CONABIO. - = Sin presencia.

Los reportes referentes a los **Mamíferos** se muestran en la siguiente **Tabla**, donde se observa que las especies más probables de localizarse en el Sistema Ambiental son las de las Familias Leporidae, Procyonidae y Sciuridae. Se observa que ningún ejemplar se encuentra en estado de vulnerabilidad de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.31. Especies de mamíferos susceptibles de encontrar en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	NOM-059
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	Nativa	-
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Nativa	-
	Lepus callotis	Liebre torda	-	-
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-
	Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	-	-
Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Motocle	-	-
	Otospermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	-	-
	Xerospermophilus spilosoma	Ardillón punteado	-	-
Vespertilionidae	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo	-	-

Fuente: Enciclovida, CONABIO. -= Sin presencia.

En lo que respecta a los registros del grupo de los **reptiles y anfibios**, se observa en la **Tabla II.32** la posible presencia en el Sistema Ambiental de la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*), la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), así como ejemplares de la familia Colubridae de las que destaca la culebra de agua (*Thamnophis eques*) misma que se encuentra en la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se observa también la posible presencia del sapo montícola de espuela (*Spea multiplicata*), sin encontrarse este en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.32. Especies de reptiles y anfibios susceptibles de encontrar en el Sistema Ambiental.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Reptiles	Colubridae	*Conopsis nasus*	Culebra gris	-
		Thamnophis eques	Culebra de agua	A
		Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-
		Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-
Anfibios	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	-

Fuente: Enciclovida, CONABIO. -= Sin presencia.

- Paisaje.

El paisaje es el elemento aglutinador de las características del medio físico. Particularmente para este estudio se considera como un componente que conjunta las características del medio físico y la capacidad de éste a asimilar los efectos derivados de las actividades de la Planta.

El valor del paisaje en el sitio de estudio se considera medio, toda vez que, el Proyecto en cuestión se localiza en una zona con predominancia de usos del suelo donde se practica la agricultura de temporal.

Asimismo, como se describió en el apartado *Aspectos bióticos inciso a) Vegetación terrestre*, la vegetación presente en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental es mayoritariamente arvense y ruderal, aunque también se conservan elementos de matorral xerófilo (matorral crasicaule). También es importante mencionar que del espacio que ocupa la planta de distribución de gas l.p., existe un área de 430 m^2 destinada para áreas verdes, en donde actualmente se encuentran elementos de ornato y que además funciona como zona de conservación de los servicios ecológicos del sitio de estudio.

- **Medio socioeconómico.**

La inclusión del medio socioeconómico de la Manifestación de Impacto Ambiental, reside en la influencia de estos factores en el municipio de San Francisco del Rincón y la delimitación del Sistema Ambiental por el proyecto "Planta de distribución de gas l.p., San Francisco del Rincón" propiedad de Sonigas, S.A. de C.V.

La obtención de los datos socioeconómicos municipales fue mediante la consulta de bases de datos disponibles en línea de INEGI y CONAPO, mientras que, los números correspondientes a la delimitación del Sistema Ambiental se obtuvieron mediante análisis en los programas Inventario Nacional de Viviendas (INV) y Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

- Población en el Sistema Ambiental

El componente social del Sistema Ambiental se determinó mediante un análisis con la herramienta de INEGI Inventario Nacional de Viviendas. Los resultados se observan en la siguiente **Tabla** y en la **Figura II.28**, en donde se indica que esta delimitación está conformada por **15 manzanas** pertenecientes a las localidades de Jalapa, San Antonio de Funes y Rancho Grande, donde se localizan **80 viviendas particulares** que cuentan con servicios de agua, electricidad y drenaje y donde habitan **247 personas** entre 0 y 60 y más años.

Tabla II.33. Población en el Sistema Ambiental.

Población		Viviendas		Características de las viviendas	
De 0 a 14 años	88	Particulares	80	Con recubrimiento en piso	59
De 15 a 29 años	69	Habitadas	65	Con energía eléctrica	59
De 30 a 59 años	73			Con agua entubada	59
De 60 y más años	17			Con drenaje	38
Con discapacidad	0			Con servicio sanitario	48
Total	247			Con 3 o más ocupantes por cuarto	0
Área de influencia: 15 manzanas					



Figura II.28. Población en el Sistema Ambiental.

- Establecimientos económicos en el Sistema Ambiental

El análisis realizado en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Estadísticas **(DENUE-INEGI)**, no arroja resultados respecto a los establecimientos económicos localizados en el Sistema Ambiental **(Figura II.29)**. No obstante, en la visita de campo realizada al sitio de estudio se reconoció que en la delimitación del Sistema Ambiental se encuentran principalmente terrenos con actividades agrícolas, donde se cultiva cebolla y agave tequilero principalmente.

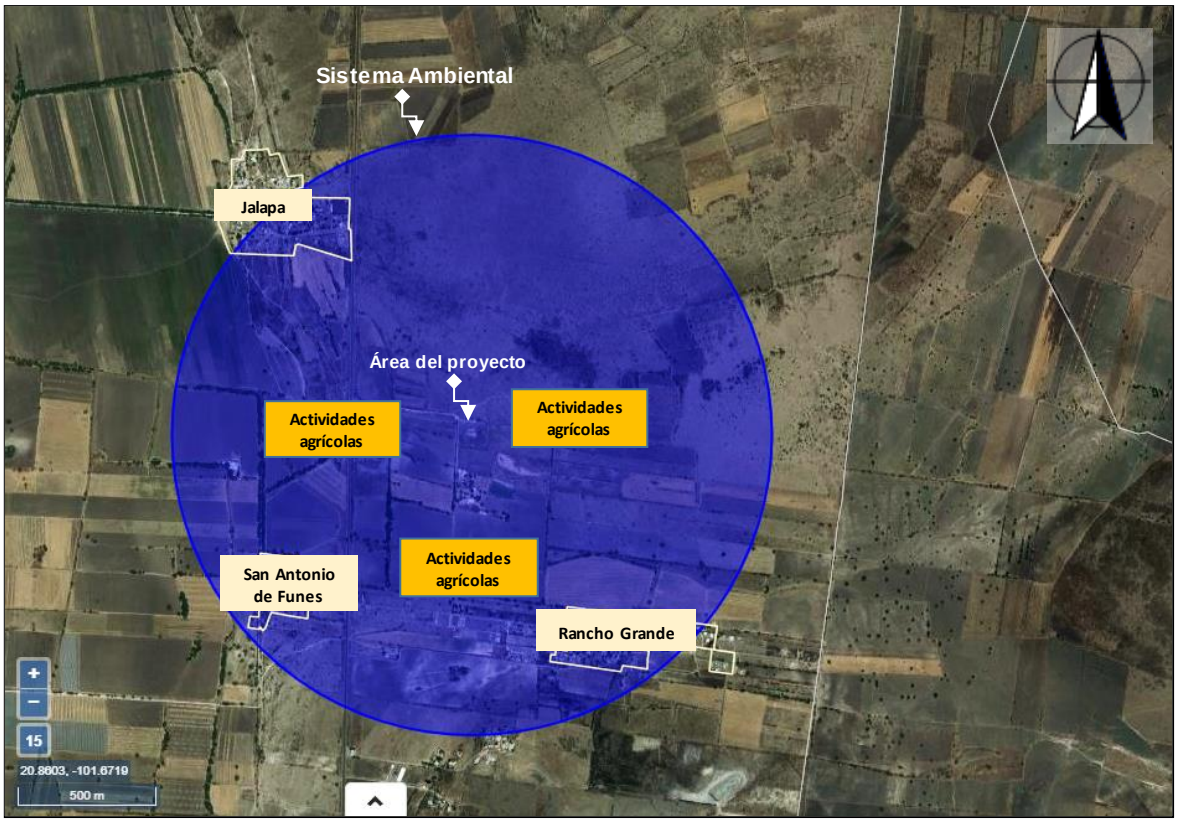


Figura II.29. Unidades económicas en el Sistema Ambiental.

E S C E N A R I O 0 0 1

Fuga de Gas L.P. originada por una mala conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de la toma de recepción está 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.

a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
b) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	8.85 m	18.06 m
Zona de Alto Riesgo	**1.0 psi**	
	41.22 m	
Zona de Amortiguamiento	**0.5 psi**	
	70.06 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables,

almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.

- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos de agricultura de temporal**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (DE TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **70.06 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial). Dentro de este radio solo se encuentra la propia infraestructura de la planta.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro	8.14 m
Toma de carburación de autoconsumo	10.47 m
Almacenamiento	8.86 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	15.17 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	7.46 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	12.73 m
Compresor de trasiego de GLP	7.33 m
Tablero eléctrico	36.22 m
Estacionamiento	38.54 m
Oficinas	33.71 m
E.C.I.	46.45 m
Taller mecánico automotriz	40.57 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	70.28 m
Generador eléctrico	35.83 m
Vialidades	
Camino vecinal	52.73 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **12.0898 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.00 m de la fuga hasta los 2.12 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.01 hasta los 4.14 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 4.87 m y fatalidades en un radio de 3.48 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo y

Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, corrientes de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 8.85 – 18.06 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna (Aves):** Desde el origen hasta una distancia de 8.85 m es probable que del 50% a 90% de la fauna presente, sufrirán la amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 18.06 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.	**Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3”) diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. **Letrero indicativo de descarga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de descarga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **Manuales de operación**. La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, en donde se establecerán los procedimientos a seguir para realizar en cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades deberá conocer el contenido de dichos manuales. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. **Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **Sistema contra incendio:** - **Extintores:** Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además, se cuenta con: ⇨ Alarmas audibles y visibles. ⇨ Paro de emergencia.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá llevar los registros del tiempo de 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. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique.
		Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 41.22 m la fauna afectada presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es agricultura de temporal, en donde se prevé la devastación parcial del 70 al 90% de la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 70.06 m.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 8.85 – 18.06 m	En un radio de 8.85 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área de las tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P. A una distancia de 18.06 m el personal expuesto en el área de las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación; presentarán daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	El personal que se encuentre en el área de oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación, podrían presentar daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	Las personas de píe o caminando en las áreas de circulación, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y estacionamiento, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Asi como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 8.85 – 18.06 m	Desde el origen hasta una distancia de 8.85 m se encuentra el área de las tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P., en donde se prevé la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, el recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. Y en un radio de 18.06 m se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado, 50% de daño a equipos de proceso, asi mismo serán severamente afectadas las unidades en circulación (autotanques y semirremolques) y tanque de almacenamiento.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran las oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	En este radio de afectación se encuentran las áreas de circulación, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y estacionamiento, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones(vidrios rotos en un 90% y marcos dañados), vehículos y autotanques. Además, se encuentra el camino vecinal con posible cierre de circulación.		

E S C E N A R I O 0 0 2

Fuga continua de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque, debida al desprendimiento de la manguera durante el trasiego de gas l.p. Se considera que el compresor sigue operando durante medio minuto y que la válvula de exceso de flujo del semirremolque no se activa automáticamente.

a) Llamarada (flash fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
b) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	16.06 m	27.18 m	24.37 m	49.74 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m²**		**1.0 psi**	
	42.51 m		113.55 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	77.51 m		193.02 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables,

almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades:** Camino vecinal y camino de acceso
- **Terrenos de agricultura de temporal**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades.** Camino vecinal y camino de acceso
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo.**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **193.02 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro	8.14 m
Toma de carburación de autoconsumo	10.47 m
Almacenamiento	8.86 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	15.17 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	7.46 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	12.73 m
Compresor de trasiego de GLP	7.33 m
Tablero eléctrico	36.22 m
Estacionamiento	38.54 m
Oficinas	33.71 m
E.C.I.	46.45 m
Taller mecánico automotriz	40.57 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	70.28 m
Generador eléctrico	35.83 m
Vialidades	
Camino vecinal	52.73 m
Camino de acceso	68.19 m

ANALSIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **8.0224 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor a través de la válvula de descarga del semirremolque conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga contínua de gas l.p. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.95 m hasta los 19.01 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.89 m hasta los 27.02 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (contínua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 27.02 m y fatalidades en un radio de 19.01 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión y radiación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 24.37 – 49.74 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 24.37 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 49.74 m la fauna afectada pueda presentar hemorragias, contusiones y fracturas.	**Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. **Letrero indicativo de descarga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentren realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **Manuales de operación.** La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, en donde se establecerán los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de 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. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique.
		Alto Riesgo (1.0 psi) 113.55 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es agricultura de temporal y matorral xerófilo; en donde se prevé la devastación parcial del 70 al 90% de la flora presente . **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 113.55 m, el 50% de la fauna presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 193.02 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo; no se prevén daños severos a la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 193.02 m.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 16.06 – 27.18 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una dsitancia de 16.06 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 27.18 m.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 42.51 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 77.51 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 24.37 – 49.74 m	En un radio de 24.37 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en las áreas operativas de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego y áreas de circulación. A una distancia de 49.74 m se prevé que el personal expuesto en las áreas de las oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, estacionamiento y áreas de circulación; presente daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 113.55 m	El personal que se encuentre en la zona de almacenamiento de recipientes transportables y áreas de circulación; presentará daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 16.06 – 27.18 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 16.06 m, donde se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación. Así mismos, se prevé el 1% de mortalidad, con quemaduras de 1er grado en 10 segundos hasta una distancia de 27.18 m, donde se ubica el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 42.51 m	El personal que se encuentre en las oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento, taller mecánico automotríz y áreas de circulación, puede presentar dolor si no se protegen en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 77.51 m	En este radio de 77.51 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V, que se encuentre en el E.C.I., zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		

Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 24.37 – 49.74 m	Dentro de este radio de afectación (24.37 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego y áreas de circulación; en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido y tanque de almacenamiento con severos daños) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 49.74 m se encuentran las oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, estacionamiento y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.	Cada uno de los operadores que realice estas actividades conoce el contenido de dichos manuales. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplan dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. **Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **Sistema contra incendio:** - **Extintores:** Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además, se cuenta con: ⇨ Alarmas audibles y visibles. ⇨ Paro de emergencia.	
		Alto Riesgo (1.0 psi) 113.55 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran instalaciones propias de la planta (zona de almacenamiento de recipientes transportables y áreas de circulación), además de encontrarse el camino vecinal y camino de acceso con posible cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 193.02 m	En este radio de afectación se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de circulación.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 16.06 – 27.18 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 16.06 m se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras, semirremolque y tanque de almacenamiento con severos daños. Y a una distancia de 27.18 m, se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; asi como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 42.51 m	A un distancia de 42.51 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentran las oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento, taller mecánico automotríz y áreas de circulación.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 77.51 m	Dentro de este radio de afectación se encuentra el E.C.I., zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, no se prevé afectación alguna dentro de este radio. Además, se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de circulación.		

E S C E N A R I O 0 0 3

BLEVE de un semirremolque con capacidad de 47,500 litros, debido a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe debido al calentamiento generado por el dardo de fuego formado por la 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.

a) Radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.
b) Ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	177.60 m	340.31 m	18.56 m	37.87 m
Zona de Alto Riesgo	**5 kW/m²**		**1.0 psi**	
	544.83 m		86.45 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	1016.21 m		146.95 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riesgo, agricultura de humedad, matorral xerófilo, asentamientos humanos y vegetación inducida** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies vegetales de las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae.

De acuerdo a los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III, se comprobó que de las especies florísticas reportadas para el municipio de San Francisco del Rincón no hay presencia de ejemplares protegidos. Para mayor información consultar la Tabla II.28.

Fauna: Aves, mamíferos, reptiles y anfibios

- **Aves:** Las especies con mayor probabilidad de localizarse son de las Familias Cardinalidae, Columbidae, Icteridae, Passerellidae y Tyrannidae.

Es posible encontrar el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) y el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*). Sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.30.

- **Mamíferos:** Las especies con mayor probabilidad de localizarse son de las Familias Leporidae, Procyonidae y Sciuridae.

Ningún ejemplar se encuentra bajo algún status de vulnerabilidad de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.31.

- **Reptiles y anfibios:** Destaca la posible presencia de reptiles tales como la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*), la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), así como ejemplares de la familia Colubridae de las que destaca la culebra de agua (*Thamnophis eques*) misma que se encuentra en la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo cabe destacar la posible presencia del sapo montícola de espuela (*Spea multiplicata*). Para mayor información consultar la Tabla II.32.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades.** Camino vecinal, camino de acceso y carretera León-La Muralla
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento disperso 1, 2, 3 y 4 y las localidades “Jalapa”, “Rancho Grande” y “San Antonio de Funes”
- **Lugares de reunión:** Primaria General “Manuel Doblado”, Preescolar Comunitario e iglesia
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego, agricultura de humedad, vegetación inducida, asentamientos humanos y matorral xerófilo**
- **Corriente de agua intermitente y cuerpo de agua intermitente**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de l
- lenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades.** Camino vecinal y camino de acceso
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **1016.21 m,** debido a las ondas de radiación térmica (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro	8.14 m
Toma de carburación de autoconsumo	10.47 m
Almacenamiento	8.86 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	15.17 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	7.46 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	12.73 m

Compresor de trasiego de GLP	7.33 m
Tablero eléctrico	36.22 m
Estacionamiento	38.54 m
Oficinas	33.71 m
E.C.I.	46.45 m
Taller mecánico automotriz	40.57 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	70.28 m
Generador eléctrico	35.83 m
Asentamientos humanos	
Localidad “Jalapa”	747.09 m
Localidad “San Antonio de Funes”	708.54 m
Localidad “Rancho Grande”	721.44 m
Asentamiento disperso 1	203.23 m
Asentamiento disperso 2	238.07 m
Asentamiento disperso 3	451.74 m
Asentamiento disperso 4	845.35 m-
Lugares de reunión	
Preescolar Comunitario	950.14 m
Primaria General “Manuel Doblado”	901.17 m
Iglesia	879.27 m
Vialidades	
Camino vecinal	52.73 m
Camino de acceso	68.19 m
Carretera León-La Muralla	430.53 m
Corriente de agua intermitente	**585.46 m**
Cuerpo de agua intermitente	**192.74 m**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos y corrientes de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Población	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos ($37.5 – 12.5$ kW/m^2) 177.60 – 340.31 m	A una distancia de 340.31 m se encuentra el asentamiento disperso 1 y 2, donde se prevé el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.	**1. Diseño y fabricación**. Los semirremolques que entrarán a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME. **2. Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasa una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. **3. Válvulas y accesorios de control y seguridad**. Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semiremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados.	- Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie. - Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. - Se deberá establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. - La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. - Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). - Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. - Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 544.83 m	Dentro de esta zona se encuentra el asentamiento disperso 3, en donde las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevé que se puedan presentar quemaduras de primer grado.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 1016.21 m	Las localidades "Jalapa", "San Antonio de Funes" y "Rancho Grande", asentamiento disperso 4, Primaria General "Leona Vicario", Preescolar Comunitario, Primaria General "Manuel Doblado" e iglesia, quedan confinados dentro de la zona de amortiguamiento. Este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.		
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 18.56 – 37.87 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 18.56 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 37.87 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 86.45 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal y matorral xerófilo, en donde se prevé la devastación parcial de la fauna presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 86.45 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento 0.5 psi 146.95 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, no se prevén daños a la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 146.95 m.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos ($37.5 – 12.5$ kW/m^2) 177.60 – 340.31 m	**Suelo:** Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 340.31 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. **Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo; se prevé la devastación entre un 70 – 90% de las especies florísticas existentes y cubierta vegetal. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una dsitancia de 177.60 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 340.31 m. Cabe destacar que dentro de está zona es posible encontrar las aves - **Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*)** y el **Colorín sietecolores (*Passerina ciris*)**, siendo especies que están sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a los reptiles es posible encontrar la **culebra de agua (*Thamnophis eques*),** siendo una especie Amenazada (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.		

		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 544.83 m	**Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego, y matorral xerófilo, en donde se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** A una distancia de 544.83 m se prevé dolor si la exposición es mayos a 20 seguntos. Cabe destacar que dentro de está zona es posible encontrar las aves - **Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*)** y el **Colorín sietecolores (*Passerina ciris*)**, siendo especies que están sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a los reptiles es posible encontrar la **culebra de agua (*Thamnophis eques*),** siendo una especie Amenazada (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Cuerpo y corientes de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.	En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. **4. Equipo obligatorio.** - Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra. - Conexión metalica y condutora entre tractor y recipiente. - Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre. **5. Procedimientos.** Los operadores acatarán los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciora de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abren las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pone a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar. **6. Equipo contra incendio** - **Extintores:** Se cuenta con 1 extintor de tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. - **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal deberá contar con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 1016.21 m	No se prevén daños al suelo, aire, corrientes y cuerpos agua intermitentes, flora y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 18.56 – 37.87 m	En un radio de 18.56 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en las áreas de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación. A una distancia de 37.89 m se prevé que el personal expuesto en las áreas de oficinas y áreas de circulación, pueden presentar daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 86.45 m	El personal que se encuentre a una distancia de 86.45 m (E.C.I., tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento, taller mecánico automotriz, área de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación) presentaran daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 177.60 – 340.31 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en la planta en todas sus áreas sin excepción es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 177.60 m. Se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre en el camino de acceso.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 18.56 – 37.87 m	Dentro de este radio de afectación (18.56 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 37.87 m se encuentran las oficinas y áreas de circulación, en las cuales 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) 86.45 m	En este radio de afectación se presentan daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentra el E.C.I., tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento, taller mecánico automotriz, área de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, además de encontrarse el camino vecinal y camino de acceso con posible cierre.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 146.95 m	En este radio de afectación se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con la probabilidad de cierre de circulación.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m^2 177.60 – 340.31 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 177.60 m únicamente se encuentra la infraestructura propia de la planta propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques, autotanques y tanque de almacenamiento con severos daños.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m^2 544.83 m	No se encuentran instalaciones pertenecientes a empresas las cuales puedan ser afectadas. Sin embargo, es importante mencionar que se encuentra el camino vecinal, camino de acceso y carretera León- La Muralla, los cuales podrían ser afectados por cierre de circulación.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m^2 1016.21 m	Se encuentra la carretera León-La Muralla, la cual podría ser afectada por cierre de circulación.		

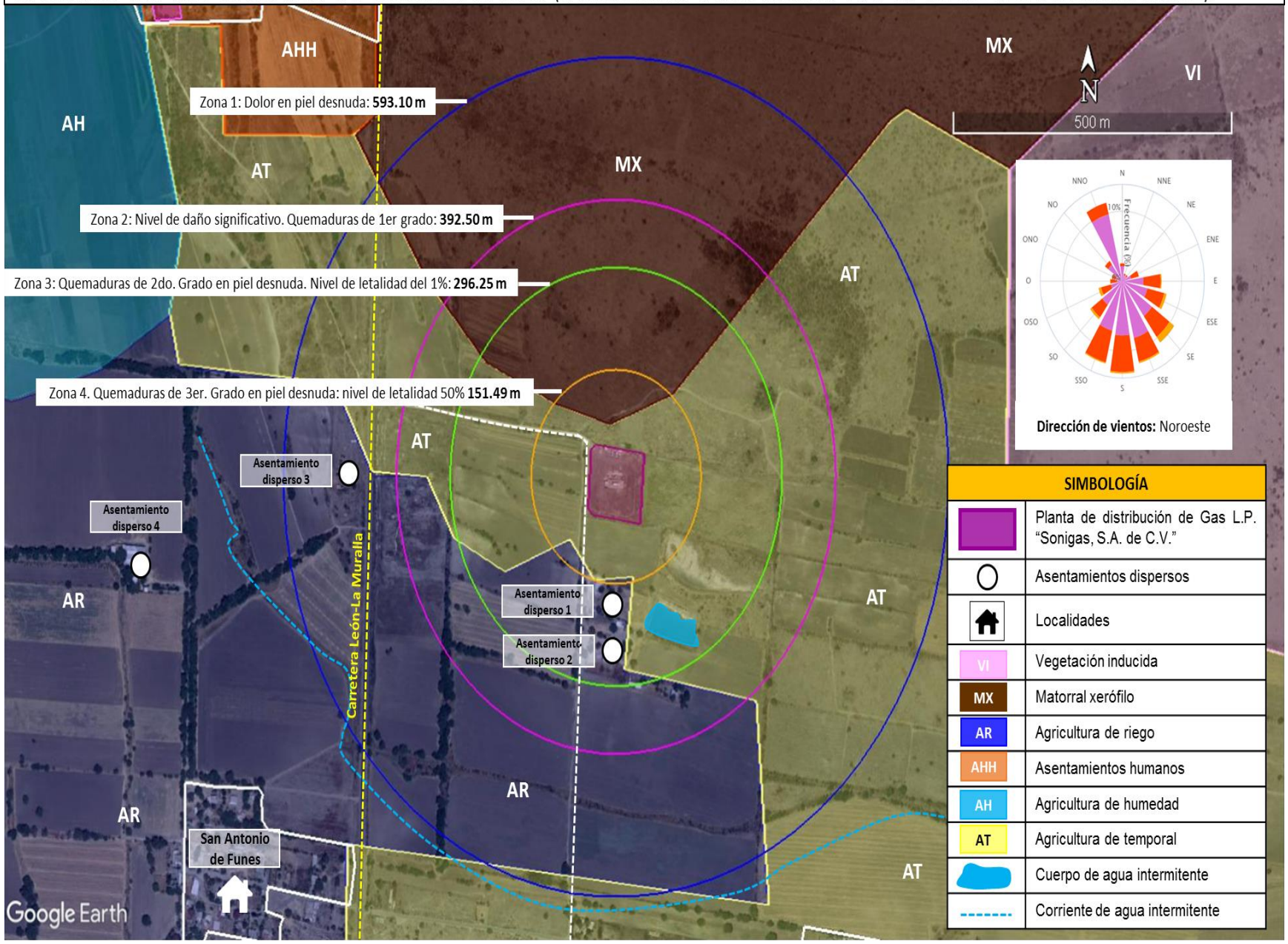
De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del semirremolque se tiene lo siguiente:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 151.49 m	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 296.25 m	Asentamiento disperso 1
	Asentamieto disperso 2
	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Cuerpo de agua intermitente
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 392.50 m	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Carretera León-La Muralla
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 593.10 m	Asentamiento disperso 3
	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Carretera León-La Muralla
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
	Corriente de agua intermitente

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 = 12.70 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	4.16	85.00	605.68	593.10
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	9.34	250.00	411.26	392.50
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	15.72	500.00	320.69	296.25
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	44.45	2000.00	195.00	151.49

ESCENARIO 003-A.1. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (QUEMADURAS OCASIONADAS POR LA BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE).



ESCENARIO 004

Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	6.21 m	10.52 m	33.63 m	68.63 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m²**		**1.0 psi**	
	16.33 m		156.66 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	30.03 m		266.29 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción y áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento disperso 1
- **Vialidades:** Camino vecinal y camino de acceso
- **Cuerpo de agua intermitente**
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **266.29 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro	8.14 m
Toma de carburación de autoconsumo	10.47 m
Almacenamiento	8.86 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	15.17 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	7.46 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	12.73 m
Compresor de trasiego de GLP	7.33 m
Tablero eléctrico	36.22 m
Estacionamiento	38.54 m
Oficinas	33.71 m
E.C.I.	46.45 m
Taller mecánico automotriz	40.57 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	70.28 m
Generador eléctrico	35.83 m
Asentamientos humanos	
Asentamiento disperso 1	203.23 m
Vialidades	
Camino vecinal	52.73 m
Camino de acceso	68.19 m
Cuerpo de agua intermitente	**192.74 m**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **1.1062 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión

contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4" en la línea de gas líquido de la toma de recepción alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.66 hasta los 6.14 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.61 m hasta los 10.64 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 10.64 m y fatalidades en un radio de 6.14 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Población	Sobrepresión	Amortiguamiento (0.5 psi) 266.29 m	Las personas que se encuentren de píe o caminando pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque, cabe destacar que existe la probabilidad de que entre el 50 y 90% de las personas expuestas sufran ruptura de tímpano, dentro de este radio de afectación se encuentra el asentamiento disperso 1.	**1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (pull-away). En las tomas para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática, un indicador de flujo de no-retroceso tipo mirilla, y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo éstos accesorios de mismo diámetro que la tubería en la que están instalados. En las tomas para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, una válvula de cierre de emergencia de control remoto como actuador neumático y una válvula automática doble no retroceso (pull-away), siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. **2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **3. Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **4. Manuales de operación**. La Planta contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, en donde se establecerán los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conoce el contenido de dichos manuales. **5. Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de 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. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique.
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 33.63 – 68.63 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 33.63 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 68.63 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 156.66 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, en donde se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 156.66 m la especies de fauna presenten hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 266.29 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura deriego y matorral xerófilo, no se prevén daños a la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 266.29 m. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 6.21 – 10.52 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una dsitancia de 6.21 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 10.52 m.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 16.33 m	**Flora:** Daños menores. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 30.03 m	No se prevén daños al aire y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 33.63 – 68.63 m	En un radio de 33.63 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en las áreas de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego y áreas de circulación. A una distancia de 68.63 m se prevé que el personal expuesto en las áreas de oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, estacionamiento, área de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación; presenten daños severos por heridas en la piel.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 6.21 – 10.52 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.21 m (zonas de afectación: tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P) y se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos hasta una distancia de 10.52 m (zonas de afectación: tomas de suministro y carburación de autoconsumo y almacenamiento).		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2)	El personal que se encuentre en las áreas del muelle de llenado de recipientes transportables, bomba (Sur) de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, pueden		

		16.33 m	presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. **6. Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **7. Sistema contra incendio** - **Extintores**: Se cuenta con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 30.03 m	En este radio de 30.03 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V, que se encuentre en el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 33.63 – 68.63 m	Dentro de este radio de afectación (33.63 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 68.63 m se encuentran las oficinas, tablero eléctrico, generador eléctrico, E.C.I., taller mecánico automotriz, estacionamiento, área de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, en las cuales 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) 156.66 m	En este radio de afectación se encuentra el camino de acceso y camino vecinal, con posible cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 266.29 m	En este radio de afectación se encuentra el camino de acceso y camino vecinal, con posible cierre de circulación.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos ($37.5 – 12.5$ kW/m^2) 6.21 – 10.52 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.21 m se encuentran las tomas de recepción, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 10.52 m, se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo y almacenamiento, donde se prevén afectaciones moderadas a unidades (autotanques), asicomo la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 16.33 m	A un distancia de 16.33 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras y equipos, dentro de este radio no se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, bomba (Sur) de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 30.03 m	Dentro de este radio de afectación se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, donde no se prevé afectación alguna dentro de este radio.		

E S C E N A R I O 0 0 5

BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 89,020 litros debido a la pérdida de integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie del tanque.

a) Radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.
b) Ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	174.30 m	355.05 m	15.82 m	32.29 m
Zona de Alto Riesgo	**5 kW/m²**		**1.0 psi**	
	575.77 m		73.72 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	1079.94 m		125.31 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riego, agricultura de humedad, matorral xerófilo, vegetación inducida y asentamientos humanos** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies vegetales de las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae.

De acuerdo a los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III, se comprobó que de las especies florísticas reportadas para el municipio de San Francisco del Rincón no hay presencia de ejemplares protegidos. Para mayor información consultar la Tabla II.28.

Fauna: Aves, mamíferos, reptiles y anfibios

- **Aves:** Las especies con mayor probabilidad de localizarse son de las Familias Cardinalidae, Columbidae, Icteridae, Passerellidae y Tyrannidae.

Es posible encontrar el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) y el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*). Sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.30.

- **Mamíferos:** Las especies con mayor probabilidad de localizarse son de las Familias Leporidae, Procyonidae y Sciuridae.

Ningún ejemplar se encuentra bajo algún status de vulnerabilidad de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.31.

- **Reptiles y anfibios:** Destaca la posible presencia de reptiles tales como la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*), la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), así como ejemplares de la familia Colubridae de las que destaca la culebra de agua (*Thamnophis eques*) misma que se encuentra en la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo cabe destacar la posible presencia del sapo montícola de espuela (*Spea multiplicata*). Para mayor información consultar la Tabla II.32.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento disperso 1, 2, 3 y 4 y las localidades “Jalapa”, “Rancho Grande” y “San Antonio de Funes”
- **Lugares de reunión:** Primari General “Leona Vicaria”, Primaria General “Manuel Doblado”, Preescolar Comunitario e iglesia
- **Vialidades.** Camino vecinal, camino de acceso y carretera León-La Muralla
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego, agricultura de humedad, vegetación inducida, asentamientos humanos y matorral xerófilo**
- **Corrientes de agua intermitente y cuerpo de agua intermitente**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades.** Camino vecinal y camino de acceso
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (ALMACENAMIENTO) A:

Afectación relevante hasta **1079.94 m,** debido a las ondas de radiación térmica (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	9.99 m
Tomas de suministro	13.52 m
Toma de carburación de autoconsumo	15.21 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	13.13 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	3.23 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	3.77 m

Compresor de trasiego de GLP	3.40 m
Tablero eléctrico	46.90 m
Estacionamiento	39.17 m
Oficinas	43.94 m
E.C.I.	54.58 m
Taller mecánico automotriz	43.66 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	62.46 m
Generador eléctrico	46.28 m
Asentamientos humanos	
Localidad “Jalapa”	760.22 m
Localidad “San Antonio de Funes”	695.03 m
Localidad “Rancho Grande”	712.52 m
Asentamiento disperso 1	190.63 m
Asentamiento disperso 2	231.35 m
Asentamiento disperso 3	478.35 m
Asentamiento disperso 4	822.96 m
Lugares de reunión	
Preescolar Comunitario	961.81 m
Primaria General “Leona Vicario”	1022.69 m
Primaria General “Manuel Doblado”	893.68 m
Iglesia	871.69 m
Vialidades	
Camino vecinal	49.74 m
Camino de acceso	70.10 m
Carretera León-La Muralla	433.83 m
Corriente de agua intermitente	**462.84 m**
Cuerpo de agua intermitente	**183.30 m**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos y corrientes de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Población	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 174.30 – 355.05 m	Dentro del radio de afectación de 12.5 kW/m^2 se encuentran los asentamientos disperos 1 y 2, en donde se prevé el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos en las personas expuestas en dicho lugares.	**1. Limitación de presión excesiva.** El tanque de alamacenamiento cuenta con un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. **2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado.** El tanque cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5") de conexión y 203 mm (8") de diámetro de carátula. ✓ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4") de conexión y 51 mm (2") de diámetro de carátula. ✓ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA. ✓ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA. ✓ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. ✓ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura. ✓ Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra". **3. Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se puede limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación al tanque de almacenamiento de la pintura	⇨ Se deberá verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado. ⇨ Se deberá considerar la factibilidad técnico-económica de un medidor-indicador de nivel de tipo radar con señal automática para activación de paro de emergencia. ⇨ Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. ⇨ Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deberán además tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración. ⇨ Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: -Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran 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 al recipiente.
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 575.77 m	Dentro de esta zona se encuentra el asentamiento disperso 3, en donde las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevee que se puedan presentar quemaduras de primer grado. **Se anexa diagrama de afectación por quemaduras.*		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 1079.94 m	Las localidades "Jalapa", "San Antonio de Funes" y "Rancho Grande", asentamiento disperso 4, Primaria General "Leona Vicario", Preescola Comunitario, Primaria General "Manuel Doblado" e iglesia, quedan confinados dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.		
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 15.82 – 32.29 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 15.82 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 32.29 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 73.72 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, en donde se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 73.72 m las especies presenten hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 125.31 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, donde no se prevén daños a la flora y cobertura vegetal presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 125.31 m.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 174.30 – 355.05 m	**Suelo:** Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 355.05 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. **Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegetal. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una dsitancia de 174.30 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 561.63 m. Cabe destacar que dentro de está zona es posible encontrar las aves - **Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*)** y el **Colorín sietecolores (*Passerina ciris*)**, siendo especies que están sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a los reptiles es posible encontrar la **culebra de agua (*Thamnophis eques*),** siendo una especie Amenazada (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevén daños considerables.		

		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 575.77 m	**Suelo:** Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el incendios de baja intensidad hasta un radio de 575.77 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, en donde se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** A una distancia de 575.77 m se prevé dolor si la exposición es mayos a 20 seguntos. Cabe destacar que dentro de está zona es posible encontrar las aves - **Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*)** y el **Colorín sietecolores (*Passerina ciris*)**, siendo especies que están sujetas a Protección Especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a los reptiles es posible encontrar la **culebra de agua (*Thamnophis eques*),** siendo una especie Amenazada (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Corrientes de agua intermitentes:** No se prevé algún daño significativo.	retardadora de fuego, la cual proporciona protección a la superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida. **4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Cabe mencionar que el tanque de almacenamiento fue fábricado en julio 2011, por tanto, el recipiente deberá ser sometido a Pruebas de Ultrasonido en julio de 2021 para determinar si es apto para seguir operando, y posteriormente cada 5 años se deberá obtener su respectico dictamen de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. **5. Programas de mantenimiento preventivo.** La planta de distribución de Gas L.P. contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del recipiente de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. **6. Sistema contra incendio** • **Sistema de aspersión:** El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal. El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm². • **Extintores:** Se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. • **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: • Alarmas audibles y visibles. • Paro de emergencia.	-Corrosión. ⇨ Se deberá verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector. ⇨ Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 1079.94 m	No se prevén daños al suelo, aire, corrientes y cuerpos agua intermitentes, flora y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 15.82 – 32.29 m	En un radio de 15.82 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en las áreas de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación. A una distancia de 32.29 m se prevé que el personal expuesto en las áreas de circulación, presenten daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 73.72 m	El personal que se encuentre a una distancia de 73.72 m (zonas de afectación: E.C.I., generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, oficinas y áreas de circulación) presentaran daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 174.30 – 355.05 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en la planta, en todas sus áreas sin excepción, es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 174.30 m.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 15.82 – 32.29 m	Dentro de este radio de afectación (15.82m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión con daño total (tanque de almacenamiento destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 32.29 m se encuentran las áreas de circulación, en este radio se prevé un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 73.72 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentra el E.C.I., generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, oficinas y áreas de circulación, además de encontrarse el camino vecinal y camino de acceso con posible cierre.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 125.31 m	En este radio de afectación se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con la probabilidad de cierre de circulación.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 174.30 – 355.05 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 174.30 m únicamente se encuentra la infraestrustura propia de la planta propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V.", en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques, autotanques y tanque de almacenamiento con severos daños. Además de encontrarse el camino vecinla y camino de acceso, comn posible cierre de circulación. A una distancia de 355.05 m únicamente se encuentran e camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de circulación.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 575.77 m	No se encuentran instalaciones, las cuales puedan ser afectadas. Sin embargo es importante mencionar que se encuentra la Carretera León – La Muralla y camino de acceso, las cuales podrían ser afectadas por cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 1079.94 m	La Carretera León – La Muralla, podría ser afectada por cierre de circulación.		

De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del tanque de almacenamiento se tiene lo siguiente:

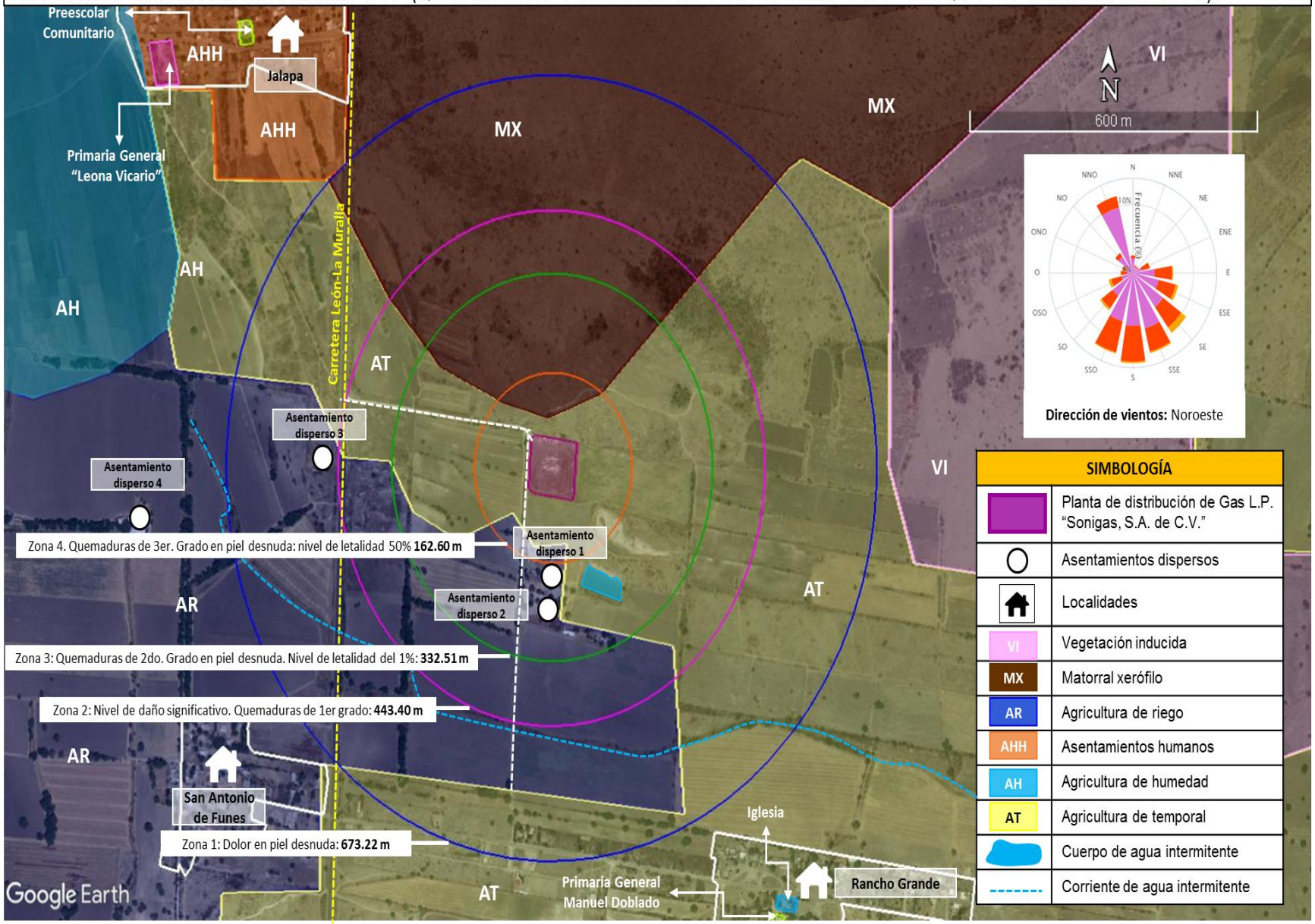
Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 162.60 m	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 332.51 m	Asentamiento disperso 1
	Asentamiento disperso 2
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
	Cuerpo de agua intermitente
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 443.40 m	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Carretera León-La Muralla
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 673.22 m	Asentamiento disperso 3
	Camino vecinal
	Camino de acceso
	Carretera León-La Muralla
	Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo
	Corrientes de agua intermitente

Es importante mencionar que Las localidades “Jalapa”, “San Antonio de Funes” y “Rancho Grande”, asentamiento disperso 4, Primaria General “Leona Vicario”, Preescola Comunitario, Primaria General “Manuel Doblado” e iglesia, quedan fuera de los radios de afectación por quemaduras. Sin embargo, están confinados dentro de la zona de amortiguamiento; siendo este nivel de radiación el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

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 = 15.30 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	3.61	85	690.03	673.22
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	8.11	250	468.53	443.40
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	13.64	500	365.35	332.51
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	38.59	2000	222.16	162.60

ESCENARIO 005-A.1. ALMACENAMIENTO (QUEMADURAS OCASIONADAS POR LA BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO).



ESCENARIO 006

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 378 LPM, a una presión de 5.0 kg/cm^2

a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. Emisión Continua.
b) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m^2**	**12.5 kW/m^2**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	11.12 m	18.83 m	20.20 m	41.23 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m^2**		**1.0 psi**	
	29.21 m		94.12 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m^2**		**0.5 psi**	
	53.72 m		159.99 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos de agricultura de temporal**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE SUMINISTRO) A:

Afectación relevante hasta **159.99 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	9.52 m
Toma de carburación de autoconsumo	1.20 m
Almacenamiento	11.34 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	8.42 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	10.58 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	18.73 m
Compresor de trasiego de GLP	13.86 m
Tablero eléctrico	36.80 m
Estacionamiento	28.39 m
Oficinas	35.70 m
E.C.I.	53.49 m
Taller mecánico automotriz	51.30 m
Generador eléctrico	35.68 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	77.86 m
Vialidades	
Camino vecinal	39.23 m
Camino de acceso	57.79 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **3.7285 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 hasta los 10.44 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.00 hasta los 16.11 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.11 m y fatalidades en un radio de 10.44 m en dirección perpendicular a la del viento.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos y corriente de agua intermitente, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 20.20 – 41.23 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 20.20 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 41.23 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.	**Dispositivos y accesorios de seguridad.** - Toma de suministro Para la carga de autotanques, se cuenta con un juego de tomas; constando de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal y por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de suministro de autotanques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-liquido se cuenta con 4 válvulas para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula del tipo neumática para cierre de emergencia, una válvula del tipo solenoide y un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo y una válvula de no-retroceso de cierre automático, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. - Toma de carburación de autoconsumo Para la carga de los recipientes de carburación montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P., como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 2. La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). Así mismo, se cuenta con tres válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola de cierre rápido, una válvula solenoide y una válvula de exceso de flujo, además se conecta a un medidor de gas-líquido, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene. **Letrero indicativo de carga en toma de suministro:** Cuando el auto-tanque se encuentre estacionado en posición de carga en la	1.El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos de revisión: • *Paro de emergencia.* • *Compatibilidad de equipos.* • *Válvulas de seguridad.* • *Iluminación.* • *Líneas de trasiego, mangueras, conectores, acoplamiento y tierra física.* • *Integridad de las instalaciones eléctricas.* • *Alarmas y equipos contra incendio.* • *Apagar el motor.* • *Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada.* • *Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque.* • *Prohibir circulación en las inmediaciones.* 2.Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 3.Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 4. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. 5. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los autotanques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
		Alto Riesgo (1.0 psi) 94.12 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire.. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal y matorral xerófilo, en donde se prevé la devastación parcial de la flora presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 94.12 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 159.99 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, no se prevén daños a la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 159.99 m.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 11.12 – 18.83 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.12 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 18.83 m.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 29.21 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 53.72 m	No se prevén daños al aire, flora y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 20.20 – 41.23 m	En un radio de 19.46 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en las áreas de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación. A una distancia de 41.23 m (zonas de afectación: oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 94.12 m	Se presentarán daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles, al personal que se encuentre en las áreas del E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación).		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 11.12 – 18.83 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.12 m (zonas de afectación: tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y muelle de llenado de recipientes transportables).		

			Al personal que se encuentre a una distancia de 18.84 m (zonas de afectación: almacenamiento, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., y áreas de circulación) se prevé el 1% de mortalidad y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.	toma y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP se colocará al frente del vehículo un letreo o banderola indicativa de la operación que se está realizando que evitará que el conductor del auto-tanque ponga en marcha el vehículo, previniendo el desprendimiento de la manguera. **Calzas de seguridad.** Durante el suministro de GLP al auto-tanque se frenarn o bloquean las ruedas del vehículo. **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias. **Mantenimiento.** La Planta de distribución de Gas L.P. contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. **Sistema contra incendio:** - **Extintores:** Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 29.21 m	El personal que se encuentre a una distancia de 29.21 m (zonas de afectación: áreas de circulación) pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 53.72 m	En este radio de 53.72 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en las oficinas, estacionamiento, generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz y áreas de circulación , incluso durante una exposición prolongada.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 20.20 – 41.23 m	Dentro de este radio de afectación (20.20 m) se encuentra las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido), tanque de almacenamiento con daños severos y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 41.23 m encuentran las oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación, en las cuales 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) 94.12 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran el E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, además de encontrarse el camino vecinal y camino de acceso con posible cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 159.99 m	En este radio de afectación se encuentra lel camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de carretera.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 11.12 – 18.83 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.12 m se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y muelle de llenado de recipientes transportables., en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 18.83 m, se encuentran el almacenamiento, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., y áreas de circulación, donde se prevé la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 29.21 m	A un distancia de 29.21 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras y equipos, dentro de este radio se encontraran las áreas de circulación.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 53.72 m	Dentro de este radio de afectación se encuentran las oficinas, estacionamiento, generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz y áreas de circulación, no se prevé afectación alguna dentro de este radio.		

ESCENARIO 007

Fuga contínua de gas LP en el área de bombas, debido a falla del sello mecánico de la bomba Corken CK-1022-CF. Diámetro equivalente de fuga ¼".

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	3.97 m	6.72 m	35.45 m	72.35 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m²**		**1.0 psi**	
	10.41 m		165.16 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	19.15 m		280.75 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P. y almacenamiento.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables,

almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento disperso 1 y 2
- **Vialidades:** Camino vecinal y camino de acceso
- **Cuerpo de agua intermitente**
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (BOMBAS DE TRASIEGO) A:

Afectación relevante hasta **280.75 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	6.15 m
Tomas de suministro	8.16 m
Toma de carburación de autoconsumo	9.75 m
Almacenamiento	2.35 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	10.70 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	8.41 m
Compresor de trasiego de GLP	4.20 m
Tablero eléctrico	42.81 m
Estacionamiento	36.50 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	67.15 m
Oficinas	40.14 m
E.C.I.	52.41 m
Taller mecánico automotriz	44.43 m
Generador eléctrico	42.00 m
Asentamientos humanos	
Asentamiento disperso 1	196.67 m
Asentamiento disperso 2	231.32 m
Vialidades	
Camino vecinal	46.14 m
Camino de acceso	70.77 m
Cuerpo de agua intermitente	**188.81 m**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **0.4321 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del

origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 1/4" en el sello de la bomba Corken, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.34 hasta los 3.05 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.20 m hasta los 5.85 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 5.85 m y fatalidades en un radio de 3.05 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes y cuerpos de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Población	Sobrepresión	Amortiguamiento (0.5 psi) 280.75 m	Las personas que se encuentren de píe o caminando pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque, cabe destacar que existe la probabilidad de que entre el 50 y 90% de las personas expuestas sufran ruptura de tímpano, cabe destacar que en este radio se encuentra el asentamiento disperso 1 y 2.	**Dispositivos y accesorios de seguridad.** El diseño de las bombas de trasiego es adecuado para el manejo de gas l.p. Asimismo, el conjunto motor-bomba se encuentran instalados sobre una base metálica**,** la cual se encuentra fija a una base de concreto. En la línea de succión la bomba, esta se encuentra precedida de un filtro y cople flexible. A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 32 mm (1 1/4”) de diámetro para las bombas 1 y 2, y de 51 mm. (2”) de diámetro para la bomba 3, para el retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apretura de 5.0 kgf/cm² (71 Lb/in²) Para evitar la acumulación de cargas estáticas cada bomba de trasiego se encuentra conectada al sistema general de “tierras” **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias. **Mantenimiento.** La planta de distribución de Gs L.P. contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se llevará una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. **Equipo contra incendio** - **Extintores:** se cuenta con un extintor por cada bomba.	Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* - *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* - *Daño físico.* - *Fuga.* - *Corrosión.* Se deberá incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo. Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 35.45 – 72.35 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 35.45 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 72.35 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 165.16 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, en donde se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 165.16 m se presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 280.75 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, no se prevén daños a la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 280.75 m. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 3.97 – 6.72 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una distancia de 3.97 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 6.72 m.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 10.41 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 19.15 m	No se prevén daños al aire y fauna a este nievel de radiación.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 35.45 – 72.35 m	En un radio de 35.45 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación. A una distancia de 72.35 m se prevé que el personal expuesto en las áreas donde se encuentra el E.C.I., oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, estacionamiento y áreas de circulación, presenten daños severos por heridas en la piel.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 3.97 – 6.72 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 3.97 m (zonas de afectación: bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y almacenamiento).		

			A una distancia 6.72 m (zonas de afectación: tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y almacenamiento) se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.	- **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 10.41 m	El personal que se encuentre en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo y bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur), puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 19.15 m	En este radio de 19.15 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 35.45 – 72.35 m	Dentro de este radio de afectación (35.45 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (autotanque destruido), tanque de almacenamiento severamente dañado y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 72.35 m se encuentra el E.C.I., oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, estacionamiento y áreas de circulación, en las cuales 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) 165.16 m	En este radio de afectación se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 280.75 m	En este radio de afectación se encuentra el camino vecinal y camino de acceso, con posible cierre de circulación.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 3.97 – 6.72 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 3.97 m se encuentran las bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y almacenamiento, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras. Y a una distancia de 6.72 m, se encuentran las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y almacenamiento, donde se prevé la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 10.41 m	A un distancia de 10.41 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras y equipos, dentro de este radio se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo y bomba de trasiego de Gas L.P. (Sur).		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 19.15 m	Dentro de este radio de afectación se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, no se prevé afectación alguna dentro de este radio.		

E S C E N A R I O 0 0 8

Si durante el trasiego de Gas L.P. del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encuentra cerrada se tendría una sobrepresión en la línea, lo que podría ocasionar fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido.

Se considera un diámetro de fuga de 0.6" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	9.17 m	15.52 m	44.06 m	89.93 m
Zona de Alto Riesgo	**5 kW/m²**		**1.0 psi**	
	24.07 m		205.28 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	44.27 m		348.94 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de cirrculación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., estacionamiento y áreas de circulación.
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos de agricultura de temporal**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento disperso 1 y 2
- **Vialidades:** Camino vecinal y camino de acceso
- **Cuerpo de agua intermitente**
- **Terrenos de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

Afectación relevante hasta **348.94 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	18.62 m
Tomas de suministro	12.29 m
Toma de carburación de autoconsumo	11.84 m
Almacenamiento	11.18 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	14.20 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	19.77 m
Compresor de trasiego de GLP	20.34 m
Tablero eléctrico	49.05 m
Estacionamiento	23.32 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	74.74 m
Oficinas	48.11 m
E.C.I.	65.32 m
Taller mecánico automotriz	58.98 m
Generador eléctrico	47.49 m
Asentamientos humanos	
Asentamiento disperso 1	189.76 m
Asentamiento disperso 2	227.12 m
Vialidades	
Camino vecinal	34.07 m
Camino de acceso	67.57 m
Cuerpo de agua intermitente	**193.36 m**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **2.4890 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.71 hasta los 10.40 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.62 m hasta los 16.73 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.73 m y fatalidades en un radio de 10.40 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes y cuerpos de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo (1.0 psi) 205.28 m	Dentro de este radio de afectación se encuentra el asentamiento dispero 1, donde se prevén lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Además de la demolición parcial de casas, estas se vuelven inhabitables	**Válvulas de relevo hidrostático.** En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un múltiple de llenado, el cual confromado por tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D).	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Se recomienda instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
		Amortiguamiento (0.5 psi) 348.94 m	El asentamiento disperso 2 queda confinado dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada. Asi mismo, se prevé un daño menor a la estructura de casas.		
Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 9.17 – 15.52 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.17 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 15.52 m.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 24.07 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemaduras de 1er grado en las especies presentes.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 44.27 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 44.06 – 89.93 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** En el radio comprendido por 3.0 psi el uso de suelo es de agricultura de temporal de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), en donde se prevé la devastación entre un 50 a 70% de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 44.06 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 89.93 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 205.28 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, donde se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 205.28 m se presente hemorragias, contusiones y fracturas. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevén algún daño significativo.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 348.94 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de agricultura de temporal, agricultura de riego y matorral xerófilo, no se prevén daños a la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 348.94 m. **Cuerpo de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.		
Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m^2) 9.17 – 15.52 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.17 m (zonas de afectación: muelle de llenado de recipientes transportables). A una distancia 15.52 m (zonas de afectación: tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), almacenamiento y áreas de circulación) se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.		

		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 24.07 m	El personal que se encuentre en las tomas de recepción, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	**Dispositivos de seguridad.** El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2”) de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4”) de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes**.** **Mantenimiento.** Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. **Sistemas de seguridad** - **Extintores:** se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto a cada bomba (1) de trasiego de Gas L.P. y uno en el muelle de llenado. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 44.27 m	En este radio de 44.27 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en el estacionamiento y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 44.06 – 89.93 m	En un radio de 44.06 m (zona de afectación: toma de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., estacionamiento y áreas de circulación), se prevé la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 89.93 m (zona de afectación: oficinas, E.C.I., zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero léctrico, generador eléctrico, taller mecánico automotriz y áreas de circulación), se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m^2) 9.17 – 15.52 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.17 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras. Y a una distancia de 15.52 m, se encuentra las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), almacenamiento y áreas de circulación, donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m^2) 24.07 m	A una distancia de 24.07 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentran las tomas de recepción, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m^2) 44.27 m	No se presentan afectaciones considerables en el estacionamiento y áreas de circulación		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 - 3.0 psi) 44.06 – 89.93 m	Dentro de este radio de afectación (44.08 m) se encuentra la toma de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., estacionamiento y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque y semirremolque destruido), tanque de almacenamiento con daños severos y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 89.93 m se encuentran las oficinas, E.C.I., zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero léctrico, generador eléctrico, taller mecánico automotriz y áreas de circulación, 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) 205.28 m	El camino vecinal y camino de acceso, pueden ser afectados con posible cierre.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 348.94 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica únicamente la planta de distribución y Reysa Industria la cual podría presentar daños menores Posible cierre de circulación del camino de acceso y camino vecinal.		

ESCENARIO 009

Fuga de gas L.P. debido al desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado del recipiente transportable a causa de un error del operador debido a la rapidez y/o falta de observación.

- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	10.0 psi	3.0 psi
	2.08 m	4.25 m
Zona de Alto Riesgo	1.0 psi	
	9.69 m	
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	
	16.47 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas (Norte) y áreas de circulación.

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

- Afectación relevante por sobrepresión hasta 16.47 m.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de suministro	12.29 m
Toma de carburación de autoconsumo	11.84 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	14.20 m
Almacenamiento	11.18 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes y cuerpos de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 2.08 m es probable que del 50% a 90% de la fauna presente, sufrirán la amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 4.25 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.	**Válvulas de relevo hidrostático.** En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un múltiple de llenado, el cual confromado por tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D). **Dispositivos de seguridad.** El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes**.** **Mantenimiento.** Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. **Sistemas de seguridad** - **Extintores:** Se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto a cada bomba (1) de trasiego de Gas L.P. y uno en el muelle de llenado. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
		Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 9.69 m la fauna afectada presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 16.47 m.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	En un radio de 4.25 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área del muelle de llenado de recipientes transportables. A una distancia de 4.25 m el personal expuesto en el muelle de llenado de recipientes transportables; presentarán daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	El personal que se encuentre en el muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, podrían presentar daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	Las personas de píe o caminando en las áreas de las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y áreas de circulación, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Asi como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	Desde el origen hasta una distancia de 2.08 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, en donde se prevé la demolición total y daños irrecuperables en estructura y 100% de daño sobre el equipo de la planta. Y en un radio de 4.25 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, en el cual se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones y estructuras, en esta zona se encuentra el muelle de llenado y áreas de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	En este radio de afectación se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y áreas de circulación, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, autotanques y tanque de almacenamiento.		

ESCENARIO 010

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

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	11.98 m	24.45 m
Zona de Alto Riesgo	**1.0 psi**	
	55.80 m	
Zona de Amortiguamiento	**0.5 psi**	
	94.86 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **agricultura de temporal y matorral xerófilo** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020).

Destaca la presencia de las especies de la familia Fabaceae como son el Colorín (Erythrina americana) y el Palo verde (Parkinsonia aculeata), además de rosas (Rosa sp.) y álamos (Platanus rzedowskii). No se encuentra ninguna especie sujeta bajo a alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.27.

Fauna: Aves

Destacan principalmente las especies faunísticas sinantrópicas de aves como la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), la huilota común (*Zenaida macroura*), tortolita cola larga (*Columbina inca*), zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor información consultar la Tabla II.29.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de cirrculación

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas,

E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, tablero eléctrico, generador eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación.

- **Vialidades:** Camino vecinal y camino de acceso
- **Cuerpo de agua intermitente**
- **Terrenos de agricultura de temporal y matorral xerófilo**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

Afectación relevante hasta **94.86 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	18.62 m
Tomas de suministro	12.29 m
Toma de carburación de autoconsumo	11.84 m
Almacenamiento	11.18 m
Bombas de trasiego de GLP (Norte)	14.20 m
Bomba de trasiego de GLP (Sur)	19.77 m
Compresor de trasiego de GLP	20.34 m
Tablero eléctrico	49.05 m
Estacionamiento	23.32 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	74.74 m
Oficinas	48.11 m
E.C.I.	65.32 m
Taller mecánico automotriz	58.98 m
Generador eléctrico	47.49 m
Vialidades	
Camino vecinal	34.07 m
Camino de acceso	67.57 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **30 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.01 m de la fuga hasta los 3.44 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.01 hasta los 6.37 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 7.47 m y fatalidades en un radio de 5.46 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo

por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (corrientes y cuerpos de agua intermitentes, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 11.98 m es probable que del 50% a 90% de la fauna presente, sufrirán la amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 24.45 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.	**Válvulas de relevo hidrostático.** En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (1/2") de diámetro. Se cuenta con un múltiple de llenado, el cual confromado por tres salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D). **Dispositivos de seguridad.** El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes. **Mantenimiento.** Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. **Sistemas de seguridad** - **Extintores:** se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto a cada bomba (1) de trasiego de Gas L.P. y uno en el muelle de llenado. - **Hidrantes:** Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia. Además se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
		Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es agricultura de temporal, en donde se prevé la devastación parcial del 70 al 90% de la flora y cubierta vegetal presente. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 55.80 m la fauna afectada presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es agricultura de temporal y matorral xerófilo, en donde se prevé la devastación parcial de la flora y cubierta vegatal presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 94.86 m.		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	En un radio de 11.98 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área del muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), tomas de suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación. A una distancia de 24.45 m el personal expuesto en el área de las tomas de recepción, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación; presentarán daños severos por heridas en la piel.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	El personal que se encuentre en el área de oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación, podrían presentar daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	Las personas de píe o caminando en el E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Asi como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	Desde el origen hasta una distancia de 11.98 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), tomas de suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación, en donde se prevé la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, autotanque con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. Y en un radio de 24.45 m se encuentran las tomas de recepción, bomba (Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado, 50% de daño a equipos de proceso, asi mismo serán severamente afectadas las unidades en circulación (autotanques y semirremolques) y tanque de almacenamiento.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran las oficinas, generador eléctrico, tablero eléctrico, estacionamiento y áreas de circulación		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	En este radio de afectación se encuentra el E.C.I., taller mecánico automotriz, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones(vidrios rotos en un 90% y marcos dañados), vehículos y autotanques. Además, se encuentra el camino vecinal y camino de acceso con posible cierre de circulación.		

ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

SONIGAS, S.A. DE C.V.

PREDIO RÚSTICO DENOMINADO RANCHO GRANDE DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, ESTADO DE GUANAJUATO.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología “What If?”

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R1	Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán 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	**Recepción de semirremolques**	**Elemento X.** Control de actividades y procesos Los procedimientos deberán obedecer 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.	**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	**Responsables:** Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	**TOLERABLE “C”**
		Suministro de GLP a auto-tanques y vehículos de la misma empresa		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		**TOLERABLE “C”**
R2	En los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea	**Recepción de semirremolques**	**Elemento X.** Control de actividades y procesos	**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		**TOLERABLE “C”**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE “A”**
R3	Se deberá mantener el área libre de material combustible.			**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		**TOLERABLE “C”**
				1.1.2	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		**NO TOLERABLE “A”**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE “A”**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**ALARP B**
				1.1.5 b			**TOLERABLE C**
		Suministro de GLP a auto-tanques y vehículos de la misma empresa		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		**TOLERABLE “C”**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R4	Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Programa Específico de Seguridad e Higiene para el Manejo, Transporte, Almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento VI.** Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	**Responsables:** De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
				1.1.2	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		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		**TOLERABLE "C"**
		Vaciado de recipientes transportables		**2.1.1**	Objeto golpea el recipiente de almacenamiento		**TOLERABLE "C"**
				2.2.1	Durante el vaciado de recipientes transportables se desprendiera la manguera		**TOLERABLE "C"**
R5	Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas, asi mismo se debe verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.	**Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa**	**Elemento IX.** Mejores prácticas y estándares	**1.3.6**	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.7	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.8	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
R6	Se deberá 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.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R7	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos Además, se debe verificar que las válvulas de alivio no presenten: ✓ *Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.* ✓ *Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.* ✓ *Daño físico.* ✓ *Fuga.* ✓ *Corrosión.*	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.5 a**	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar	**Responsables:** De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
				1.1.7	Durante la transferencia de GLP la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas vapor está cerrada		**TOLERABLE C**
				1.1.8	Durante la descarga la válvula de cierre rápido que se encuentra en una de las líneas de gas líquido se encuentra cerrada		**ALARP B**
				1.1.10	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP B**
				1.1.11	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		**TOLERABLE C**
				1.1.12	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		**ALARP B**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.1 a**	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores		**ALARP "B"**
				1.2.1 b			**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.2 a**	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.2 b			**ALARP B**
				1.3.3	Si al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.7	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
R8	Se deberán obtener los dictámenes conforme a la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. Así como de la **NOM-005-SESH-2010** *Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento.*	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	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		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		**TOLERABLE "C"**
R9	Se recomienda instalen manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.	**Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa**	**Elemento IX.** Mejores prácticas y estándares	**1.3.2 a**	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.2 b			**ALARP "B"**
				1.3.6	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.8	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R10	Se deberán mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento VI.** Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	**Responsables:** De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	**TOLERABLE "C"**
				1.1.10	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		**TOLERABLE "C"**
				1.1.11	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		**ALARP "B"**
				1.1.12	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores		**TOLERABLE "C"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.1 a**	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
				1.2.1 b			**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.3**	Si al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta		**NO TOLERABLE "A"**
		Llenado de recipientes transportables		**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**NO TOLERABLE "A"**
R11	Las válvulas de relevo hidrostático y las válvulas de seguridad del semirremolque, deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.4**	Flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.2 b**	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		**ALARP "B"**
				1.3.4 a	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba		**ALARP "B"**
				1.3.5	Presión excesiva en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.6	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
		Llenado de recipientes transportables		**1.4.1**	Durante el trasiego de GLP la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encontrara cerrada		**ALARP "B"**
R12	Se deberán llevar los registros del tiempo de 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.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	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		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R13	En caso de que el recipienre de almacenamiento haya estado expuestro al fuego deberán efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ⇨ 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.	**Almacenamiento de Gas L.P.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.3**	Elevación de la temperatura del líquido almacenado	**Responsables:** De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones. Gerente de las Instalaciones.	**TOLERABLE "C"**
R14	En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Es decir: Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro.	**Llenado de recipientes transportbles**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.2**	Se excede el nivel máximo de llenado de los recipientes transportables		**TOLERABLE "C"**
R15	Se recomienda instalar detectores portátiles de mezclas explosivas.	**Llenado de recipientes transportbles**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**TOLERABLE "C"**
				1.4.4	El recipiente transportable presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado		**NO TOLERABLE "A"**
R16	Mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes			**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**TOLERABLE "C"**
R17	Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018			**1.4.4.**	El recipiente transportable presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado		**NO TOLERABLE "A"**
R18	Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos)	**Recepción de semirremolques**	**Elemento IX.** Mejores prácticas y estándares	**1.1.1**	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		**TOLERABLE C**
				1.1.2	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		**NO TOLERABLE A**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE A**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE A**
				1.1.5 b			**ALARP B**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		**TOLERABLE "C"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R19	Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración. El cual deberá incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricanteincluir el compresor de aire y la limpieza del filtro. La bitácora de mantenimiento deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	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	**Responsables:** De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.4**	Fractura del recipiente		**NO TOLERABLE "A"**
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		**1.3.7**	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.8	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
R20	Bajo condiciones normales se deberá renovar anualmente el sello mecánico.	**Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.5**	Presión excesiva en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
R21	Se debe establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. La cisterna de seguridad deberá cuando menos mantener el 70% de su capacidad.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
R22	Pruebas semanales al sistema contra incendio, en el cual se deben incluir el sistema de aspersión, extintores, hidrantes, etc). En caso de un constante bloqueo, determinar la factibilidad de un suavizador de agua.	**Sistema contra incendio**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.1.1**	El acumulador de la bomba no se encuentra conectado		**TOLERABLE "C"**
				3.1.2	Instalación inadecuada de la válvula de alivio de aire		**TOLERABLE "C"**
				3.1.3	Falla en la activación de las bombas durante un incendio		**ALARP "B"**
				3.3.1	Rociadores bloqueados		**ALARP "B"**
				3.3.2	El agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal		**ALARP "B"**
				3.4.1	El extremo de la manguera no cuenta con chiflón		**ALARP "B"**
R23	Se deberá programa anualmente la recarga de los extintores.		**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.5.2**	Los extintores no han sido recargados		**ALARP "B"**
R24	Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta. El plan deberá estar conforme a lo señalado en el punto 2 del inciso XIII del Sistema de Administración.	**Sistema eléctrico**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.1.1**	El suministro de la electricidad de la red pública (CFE) falta debido a algún corte, irregularidad o descarga		**TOLERABLE "C"**
				5.1.2	Descarga parcial en el transformador		**TOLERABLE "C"**
				5.2.1	Corto circuito		**TOLERABLE "C"**
R25	Se deberá realizar la revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado.	**Sistema eléctrico**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.3.1**	Durante las operaciones en planta se suscitara una fuga de GLP y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado.		**TOLERABLE "C"**
R26	Se deberán realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la puesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.		**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.4.1**	Inadecuada conexión a tierra		**TOLERABLE "C"**

Recomendadiones de carácter general

1. Mantener vigente su seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS** de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** cuyo monto deberá cumplir con lo especificado en las *DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.*

2. Se deberá realizar el trámite de Licencia Ambiental Única con la Agencia, en virtud de que las actividades de la empresa son consideradas fuente fija de emisiones a la atmósfera. Acción de atención inmediata.

Cabe mencionar que una vez obtenida la Auorización por la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y Sonigas, S.A. de C.V. inicie su etapa operativa deberá realizar un programa calendarizado para la implementación y seguimiento de las recomendaciones derivadas del What if…

III.1.1 Sistemas de seguridad.

Respecto a los accesorios de los recipientes, estos cuenta con válvulas de relevo de presión, de máximo llenado, indicador de nivel, entre otros.

El recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

- ⇨ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4”) de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3”), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA.
- ⇨ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ⇨ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3”) y de 2.00 metros de altura.
- ⇨ Una conexión soldada al recipiente para cable a “tierra”.

Asimismo, se cuentacon elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

a) Controles Manuales:

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kgf/cm², las que permanecen ‘‘cerradas’’ o ‘‘abiertas’’, según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos:

A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 32 mm (1 1/4”) de diámetro para las bombas 1 y 2, y de 51 mm. (2”) de diámetro para la bomba 3, para el retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apretura de 5.0 kgf/cm² (71 Lb/in²)

c) Controles de medición:

Anterior a la toma de carburación y tomas de suministro, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los recipientes de

carburación montados en los vehículos utilitarios y en el llenado de los autotanques propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	TOMA DE CARBURACIÒN	TOMAS DE SUMINISTRO
Marca:	Actaris	Actaris
Tipo.	1 ½ - 4D -N	1 ½ - 4D -N
Diámetro de entrada y salida:	38 mm.	51 mm.
Capacidad:	227 L.P.M. (60 G.P.M) máx. 45 L.P.M. (12 G.P.M) min.	380 L.P.M. (100 G.P.M) máx. 78 L.P.M. (20 G.P.M) min.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm²	24.6 kg/cm²
Tipo de registro	Electrónico	Electrónico

SISTEMA CONTRA INCENDIO

a) Extintores manuales

Como una medida de seguridad y prevención contra incendios, se tienen instalados en las diferentes áreas de la Planta, extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC, los cuales son de 9 kg. de capacidad y están colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 metros medidos del N.P.T. a la parte más alta del extintor, señalándose donde están ubicados de acuerdo a las Normas vigentes.

Adicionalmente cuenta en el área de almacenamiento un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco cada uno, clase ABC.

En los tableros eléctricos están instalados extintores de bióxido de carbono de 9 kg, cuya ubicación está señalada de acuerdo a Norma.

Los extintores están sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas.

Los extintores están ubicados en los lugares siguientes:

UBICACIÓN.	CANTIDAD
Toma de recepción.	1
Tomas de suministro.	1
Toma de carburación de autoconsumo.	1
Bombas para agua contra incendio.	1
Generador de energía eléctrica.	1
Almacenes y/o bodegas	1
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o autotanques.	2
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta	--
Zona de almacenamiento.	2
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Muelle de llenado de recipientes transportables	1
Patín de recepción.	--
Caseta del patín de recepción.	---
Caseta de vigilancia.	1
Oficinas.	1

Comedor.	---
Taller mecánico automotriz.	1
Taller de mantenimiento de recipientes transportables.	---
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.	1
Zona de revisión de recipientes transportables	1
Compresor de Gas L.P.	1
Bombas de Gas L.P.	3
Tablero eléctrico	1
Servicios sanitarios	1
Área de lavado automotriz	---

b) Extintor de carretilla.

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg. de polvo químico seco, localizado en el área de almacenamiento.

c) Extintor de CO_2:

Se cuenta con un extintor CO_2, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P. y planta generadora de energía.

d) Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, mismos que son adaptados en el tubo de escape a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

Además, se cuenta con dos trajes completos de bombero, para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendios.

Los trajes de bombero están dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo próximo a la caseta de vigilancia.

Se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

e) Alarma:

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 127 V.

f) Comunicaciones:

Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números da marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a servicios auxiliares públicos por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

g) Manejo de agua a presión:

Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1. Cisterna de seguridad de 100 m³ de agua con las siguientes medidas. Planta 6.00 x 5.10 metros y profundidad de 3.30 m, este recinto se encuentra sobre NPT, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros, y su llenado se realiza a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio está construido junto a la cisterna de agua contra incendio, sus dimensiones interiores en Panta son de 5.60 x 4.60 metros.

   Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

   - ✓ Una bomba acoplada a motor de combustión interna (diésel) de 86 H.P. y gasto de 4,500 L.P.M. a 6 kg/cm².
   - ✓ Una bomba acoplada a motor eléctrico de 60 H.P. y gasto de 5,795 L.P.M. a 6 kg/cm².

- ✓ **Red distribuidora de agua contra incendio**

La red de tubería de agua contra incendio tiene trayectoria subterránea y visible. La red de tubería subterránea lleva una trayectoria a 1.00 m de profundidad y está construida con tubería de polietileno de alta densidad, clase 14.0 kg/cm² unida mediante termofusión, con accesorios y conexiones del mismo material.

Toda la red de tubería visible está construida con tubo de acero al carbón ced. 40, protegida con primario anticorrosivo y sobre este, pintura de esmalte. Toda la tubería que está instalada en forma visible, es la que se acopla con la que emerge del subsuelo y así se conforma toda la red hidráulica que alimenta al sistema de hidrantes con manguera y al de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente, la cual inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 2.03 mm (8”) de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Cuatro hidrantes con manguera de 2”de diámetro y chiflón en su punta, con una longitud de 30.00 m y una presión de 3 kg/cm².
- ✓ Para el enfrentamiento del recipiente de almacenamiento, se cuenta con una válvula de compuesta de accionamiento manual de 101 mm (4”) de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40, en su recorrido visible.

- **Tubería y elementos de rociado para el recipiente de almacenamiento.**

El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal.

Estas tres tuberías longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm².

- **Válvulas del sistema de aspersión.**

La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente de almacenamiento, se localiza por el lindero Norte de la Planta, cercana al cuarto de equipo de bombeo de agua contra incendio.

La operación de esta válvula se realiza de manera manual local, y están identificada mediante un rótulo, que indica que alimenta.

- **Toma Siamesa:**

La toma siamesa para bomberos se localiza por el lindero Oeste de la Planta; próxima al acceso general, es una válvula recta con doble entrada, construida a base de fundición de bronce con acabado cromado.

Contiene dos conexiones de 2 ½ "de diámetro con cuerda NST y conexión de salida recta en 4" de diámetro con cuerda NPT., con capacidad para un gasto de 500 G.P.M.

Cuenta con una válvula anti-retorno en cada entrada, que permite realizar conexiones de mangueras durante la operación.

- **Entrenamiento de personal:**

Se imparten cursos de entrenamiento del personal, que abarcan los siguientes temas:

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

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

b) Mantenimiento general:
Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
Mantenimiento correctivo y agua.

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente la operación de la planta de distribución de GLP será relativamente simple, ya que en ella no se tendrá ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento, trasiego a auto-tanques y vehículos propios de la empresa y recipientes transportables.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta. Dichas medidas tendrán como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

- ⇨ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales generadas en la Planta de Distribución de GLP por el uso de los servicios sanitarios, de la limpieza de las instalaciones y los vehículos de la empresa; serán conducidas hacia la fosa séptica, a la cual se le debe realizar periódicamente mantenimiento, por lo tanto, la empresa deberá contar con los respectivos comprobantes de mantenimiento.

Para evitar la contaminación de las aguas residuales que sean generadas en los sanitarios, se deberá utilizar productos de limpieza biodegradables que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, asimismo, se deberá evitar verter aceites u otros residuos liquido contaminante en las descargas de aguas residuales.

- ⇨ MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de GLP, no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras de las tomas de recepción y suministro, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de perdida mínima para la operación de trasiego. Estas válvulas para llenado de tanques 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.

No obstante, Sonigas, S.A. de C.V. deberá realizar el trámite de la Licencia Ambiental Única para su autorización por parte de la Agencia, en este documento se registrarán las emisiones generadas dentro de la planta conforme a lo señalado en el artículo 19 del Reglamento. Asimismo, una vez, obtenida la autorización del Licencia Ambiental Única, la empresa deberá de presentar la Cédula de Operación Anual.

- ⇨ GESTIÓN DE RESIDUOS.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

En la instalación se deberán proporcionar recipientes para el almacén temporal de cada residuo generado, rotulado y con cubierta. Posteriormente serán dispuestos al servicio de limpia o empresa particular, manteniendo los comprobantes de las salidas de los mismos.

Se deberá evitar en todo momento la acumulación de los residuos, para impedir la generación de lixiviados y la atracción y desarrollo de fauna nociva.

Residuos de Manejo Especial (RME): En la colindancia Sureste de la Planta se localiza una plancha de concreto de 4 x 4 m, para el almacén temporal de recipientes transportables rechazados. Los cuáles serán entregados a empresas autorizadas para su destrucción.

Asimismo, no está considerado un espacio para el almacén temporal de llantas, válvulas y mangueras caducas, papel, cartón y tóner, por ello, el promovente deberá habilitar un espacio donde se realice la separación de este tipo de residuos y posteriormente serán entregados a compañías autorizadas, conservando los manifiestos.

Residuos Peligrosos: En el proyecto civil no está considerado un cuarto para el almacén de este tipo de residuos, por ello, el promovente deberá habilitar en la instalación un espacio para el resguardo temporal de los R.P. que se generen en el taller mecánico y por el mantenimiento de los recipientes transportables, los cuales deberán separarse en depósitos rotulados de acuerdo artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR.

⇨ REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES

La materia prima para la operación de la planta será el gas licuado de petróleo, se utilizan aceites para el taller mecánico, estos se mantendrán almacenados en recipientes para evitar que se infiltren en el subsuelo.

Es importante mencionar que se maneja combustible para el funcionamiento de la bomba con motor de combustión interna que forma parte del equipo contra incendio, dicho combustible es almacenado en un recipiente que cuenta con un dique de contención que evitará que en caso que se presente un derrame de combustible, éste se filtre y cause afectaciones al suelo y subsuelo.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión **BLEVE** del tanque de almacenamiento, la cual genera daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

En base a los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

- ⇨ De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el tanque cuenta con un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

A) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo el tanque de almacenamiento está dotado de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.).**

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- ⇨ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 64 mm (2.5”) de conexión y 203 mm (8”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Un manómetro Marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- ⇨ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4”) de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A300 de 76 mm Ø (3”), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3213PA.

- ⇨ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2”), con capacidad de 2,512 m^3/h (88,700 ft^3/h) con actuadores neumáticos Marca Rego modelo A3212PA.
- ⇨ Un mecanismo multiport bridado Marca Rego modelo A8574G de 101 mm Ø (4”), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½”), con capacidad de 262 m^3/min. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ⇨ Las válvulas de seguridad instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3”) y de 2.00 metros de altura.
- ⇨ Una conexión soldada al recipiente para cable a “tierra”.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación, se indican las medidas básicas con las que cuenta la planta:

- El tanque cuenta con un termómetro Marca Metrón con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2”) de conexión y 51 mm (2”) de diámetro de carátula.
- Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con tres tubos de rociado, dos paralelos al eje longitudinal y el tercero al centro en la parte superior, cerrando el circuito en las cabezas del recipiente, ubicados simétricamente sobre el recipiente, que se derivan de una tubería central transversal.

  Estas tres tuberías longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

  El rociado de agua sobre el recipiente, se realiza mediante boquillas aspersoras uniformemente distribuidas y alineadas a lo largo de la tubería, teniendo colocadas un total de 34 boquillas. Las boquillas de aspersión son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M., a una presión de 3 kg/cm².

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Es importante mencionar que el tanque de almacenamiento fue fabricado en julio 2011, es por ello que de acuerdo con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre la superficie del recipiente ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que **"Sonigas, S.A. de C.V."** deberá contar con un seguro con cobertura que ampare responsabilidad civil y responsabilidad por daño ambiental, dichas coberturas deberán de calcularse mediante un Estudio de Pérdida Máxima Probable, de acuerdo a los solicitado en las *Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos*.

Es importante mencionar que se buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de GLP, así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO IV

RESUMEN

SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

PREDIO RÚSTICO DENOMINADO RANCHO GRANDE DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, ESTADO DE GUANAJUATO.

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

La empresa **"Sonigas, S.A. de C.V.", promueve la reanudación de la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.** ubicada en el predio rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, en el municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato y que de acuerdo con el inicio de operaciones del permiso No. PAD-GTO-12100395 mediante oficio 513-DOS/PER-III-0183/12, emitido por la Secretaría de Energía inició operaciones el 17 de mayo de 2012 bajo el amparo del Título de Permiso No. PAD-GTO-12100395, otorgado por la Secretaria de Energía el 21 de diciembre de 2010, para una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros al 100% agua en un tanque en favor de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." No obstante, en cumplimiento al acuerdo A/012/2016 del Pleno de la Comisión Reguladora de Energía, de fecha 17 de marzo de 2016, el título de permiso PAD-GTO-12100395 se le identifica con el Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016.

El 20 de septiembre de 2016 la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." solicitó a la CRE la modificación del Título de Permiso de distribución de gas l.p. por medio de Planta de Distribución por Cesión en favor de "Sonigas, S.A. de C.V.", sin embargo, de acuerdo con lo señalado en la Resolución Núm. RES/1746/2019 emitida el 16 de diciembre de 2019 por la Comisión Reguladora de Energía, el 3 de noviembre de 2016 se generó una orden de retención de bienes muebles e inmuebles y activos de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V.", por lo que la Secretaría de Energía informó de la suspensión de los trámites presentados por el permisionario, indicando que estos se resolverían hasta que se informara la ejecutoria. Posteriormente, mediante escrito ingresado el 30 de julio de 2019, Abastecedora Ecogass solicitó la reanudación de la modificación del Título de Permiso Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 por cesión de derechos a favor de Sonigas, S.A. de C.V., misma que le fue otorgada favorablemente bajo la Resolución Núm. RES/1746/2019 en diciembre de 2019 por parte de la Comisión Reguladora de Energía. Así mismo, se cuenta con la Cesión de derechos notariada, volumen 492, escritura pública Núm. 20,777, dando fe el Lic. Arturo Reyes Pérez, titular de la Notaria Núm. 87 con fecha del 05 de febrero de 2020.

Es importante señalar que, desde la adquisición de la instalación, la empresa Sonigas, S.A. de C.V., no ha reanudado operaciones ni ha hecho modificaciones al diseño básico de la Planta de distribución de Gas L.P., únicamente, se han actualizado planos y memorias de la instalación de conformidad con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇨ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 89,020 litros.
- ⇨ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇨ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇨ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇨ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇨ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇨ Taller mecánico automotriz
- ⇨ Área verde

Asimismo, la actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014 - Plantas de distribución de Gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

Asi mismo, se cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que el terreno que ocupa la Planta de Distribución afecta un área con forma regular y tiene una superficie de **9,346 m²**.

Es importante mencionar que el área donde se ubica la Planta se localiza en la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, cuenca del Río Lerma-Salamanca, Subcuenca Pénjamo-Irapuato-Silao y Microcuenca 12BdCCD (SIGEIA, 2021). Particularmente, la Planta se ubica dentro de la delimitación del Acuífero No. 1111 denominado *La Muralla* con una superficie de 24,380.76 Ha (SIGEIA, 2020). Cabe destacar que el área de la Planta se encuentra en una zona con actividades agrícolas predominantemente y fuera de Áreas Naturales Protegidas, áreas de importancia ambiental y lejana de cuerpos de agua lóticos y lénticos permanentes.

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Agricultura de temporal (AT)** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos de sitio ya han sido alterados, muestra de ello son los ejemplares que se localizaron en este sitio, los cuales están compuesto de especies florísticas arvenses, ruderales y de ornato y de especies faunísticas sinantrópicas. De igual manera la planta de distribución de Gas L.P. se ubica en la UGAT 392 del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato (PEDUOET), la cual presenta política ecológica de ***restauración*** y una política territorial de ***mejoramiento*****,** sin embargo, es compatible por localizarse en destino para comercio y servicio de intensidad media, de acuerdo al Permiso de Uso de Suelo, DUyOT/US/2229-2020, emitido H. Ayuntamiento de San Francisco del Rincón con fecha del 26 de agosto de 2020.

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

- ⇨ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- ⇨ Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato PEDUOET.
- ⇨ Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico para el Municipio de León.
- ⇨ Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.

Cabe destacar que no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.

Por otra parte, de acuerdo a la metodología de identificación de peligros y jerarquización de riesgos, los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse se presentan durante las operaciones de trasiego de gas l.p. Dichos eventos primarios derivan en ***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**.

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideran aspectos tales como:

- Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- Características fisicoquímicas del material almacenado
- Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- Procedimientos de operación, memoria técnica descriptiva de la planta y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- Procedimientos operativos.
- Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- Eventos Externos (sabotaje).
- Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de la metodología de identificación y jerarquización de riesgos (What if) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definieron los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la planta. Los cuales de manera general implican:

1. Fuga, incendio y explosión en el área de recepción de GLP.
2. Fuga, incendio y explosión en el área de suministro de GLP.
3. Explosión en el área de almacenamiento de GLP.
4. Fuga, incendio y explosión en el área de llenaderas de GLP.

De acuerdo con los resultados del ERA, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse, se presentan durante las operaciones de trasiego de gas l.p. e involucran la conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera y el desprendimiento de esta, así como fugas por corrosión o falta de mantenimiento. Asimismo, 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/m^2, 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/m^2 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 falla en conexiones.

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 integrarán la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, tomas de recepción y tomas de suministro. 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 un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento alterno (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 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. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE 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 semirremolque 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. De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego. Por su parte, los autores *Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan* que se tiene una probabilidad del 99%

de que se presente la falla catastrófica de un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque 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 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. Por lo que se identifica al escenario 005, como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino con instalaciones o equipos ajenaos a la instalación, por ser el que arroja los radios de afectactación con mayor dimensionamiento. En este caso los efectos serán tanto mecánicos como térmicos, es decir, la radiación térmica producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque.

Asimismo, *Cozzani et al (2004)* expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras alcancen un valor de radiación de 100 kW/m^2. Fuera del área determinada por el radio de la bola de fuego, los daños por radiación indirecta son ocasionados a los recipientes atmosféricos teniendo en cuenta un valor mayor a 100 kW/m^2. En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 201.84 m además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 174.30 m, en donde se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m^2 no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que pudieran verse afectadas. ***Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 89,020 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación***.

No obstante, en un radio de hasta 355.05 m (12.5 kW/m^2), en donde se ubican en su mayoría zonas de matorral xerófilo, agricultura de riego y gricultura de temporal, así como los asentamientos dispersos 1 y 2, en donde se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. En tanto que en un radio de hasta 575.77 m donde se ubica el asentamiento disperso 3 y carretera León-La Muralla, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m^2, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radición no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que la Primaria General Manuel Doblado, Primaria General “Leona Vicario”, Preescolar Comunitario, iglesia y las localidades **Jalapa, San Antonio de Funes y Rancho Grande,** quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por

lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe, cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**

Es importante mencionar que el uso de suelo donde se encuentra el área del proyecto es conformado por agricultura de temporal, de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), cabe mencionar que en radio de 1079.94 m delimitado para el sistema ambiental se cuenta con uso de suelo de agricultura de temporal, agricultura de riego, agricultura de humedad, matorral xerófilo, vegentación inducida y asentamientos humanos.

Asimismo, destaca que la Planta de Distribución se encuentra lejos de centros de población con alta concentración de habitantes. No obstante, dentro de la delimitación del S.A (1079.94 m) se encuentran los siguientes centros de población (localidades): “Jalapa”, “San Antonio de Funes” y “Rancho Grande”, asi mismo se encuentran 4 asentamientos dispersos.

Por lo que en caso de suceder la BLEVE del tanque de 89.02 m^3 la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 15.30 s (afectación de mayor dimensionamiento) causaría quemaduras de 3er grado y una letalidad del 50% de las personas que pudieran estar expuestas desde el origen del evento hasta un radio de 162.60 m, dentro del cual se ubican las instalaciones propias de Sonigas, camino vecinal y camino de acceso. En tanto que en un radio de 332.51 m se podrían presentar quemaduras de 2do grado en piel desnuda y un nivel de letalidad 1%, en donde destaca la presencia de los asentamientos disperos 1 y 2. Mientras que en un radio de 673.22 m donde destaca la el asentamieto disperso 3, las personas expuestas podrían presentar dolor en piel desnuda.

En cuanto a la flora y fauna que es posible encontrar en el área de la Planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La flora suceptible a encontrase en el Sistema Ambiental, se observa que las especies vegetales de las Familias Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae, son las que representan mayoría de registros, por lo tanto, son las que tienen mayor potencial de localizarse en esta delimitación. De igual forma, en la consulta de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III, se comprobó que de las especies florísticas reportadas para el municipio de San Francisco del Rincón no hay presencia de ejemplares protegidos. Respecto a la fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) que es posible encontrar dentro del Sistema Ambiental, se encuentra el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*) y la culebra de agua (*Thamnophis eques*) se encuentra bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resulta entonces importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje de la misma;

aunque no son los únicos factores, son determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales estará sometida la planta.

Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del gas l.p no es la excepción; con base a este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta fundamental para ***Sonigas, S.A. de C.V.***, en materia de prevención de riesgos su prioridad es precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas que conforman la planta, tanto operativa como administrativa, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** o la que la sustituya **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

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

La empresa **"Sonigas, S.A. de C.V.", promueve la reanudación de la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.** ubicada en el predio rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, en el municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato y que de acuerdo con el inicio de operaciones del permiso No. PAD-GTO-12100395 mediante oficio 513-DOS/PER-III-0183/12, emitido por la Secretaría de Energía inició operaciones el 17 de mayo de 2012 bajo el amparo del Título de Permiso No. PAD-GTO-12100395, otorgado por la Secretaria de Energía el 21 de diciembre de 2010, para una capacidad de almacenamiento de 89,020 litros al 100% agua en un tanque en favor de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." No obstante, en cumplimiento al acuerdo A/012/2016 del Pleno de la Comisión Reguladora de Energía, de fecha 17 de marzo de 2016, el título de permiso PAD-GTO-12100395 se le identifica con el Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016.

El 20 de septiembre de 2016 la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V." solicitó a la CRE la modificación del Título de Permiso de distribución de gas l.p. por medio de Planta de Distribución por Cesión en favor de "Sonigas, S.A. de C.V.", sin embargo, de acuerdo con lo señalado en la Resolución Núm. RES/1746/2019 emitida el 16 de diciembre de 2019 por la Comisión Reguladora de Energía, el 3 de noviembre de 2016 se generó una orden de retención de bienes muebles e inmuebles y activos de la empresa "Abastecedora Ecogass, S.A. de C.V.", por lo que la Secretaría de Energía informó de la suspensión de los trámites presentados por el permisionario, indicando que estos se resolverían hasta que se informara la ejecutoria. Posteriormente, mediante escrito ingresado el 30 de julio de 2019, Abastecedora Ecogass solicitó la reanudación de la modificación del Título de Permiso Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 por cesión de derechos a favor de Sonigas, S.A. de C.V., misma que le fue otorgada favorablemente bajo la Resolución Núm. RES/1746/2019 en diciembre de 2019 por parte de la Comisión Reguladora de Energía. Así mismo, se cuenta con la Cesión de derechos notariada, volumen 492, escritura pública Núm. 20,777, dando fe el Lic. Arturo Reyes Pérez, titular de la Notaria Núm. 87 con fecha del 05 de febrero de 2020.

Es importante señalar que, desde la adquisición de la instalación, la empresa Sonigas, S.A. de C.V., no ha reanudado operaciones ni ha hecho modificaciones al diseño básico de la Planta de distribución de Gas L.P., únicamente, se han actualizado planos y memorias de la instalación de conformidad con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇨ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 89,020 litros.
- ⇨ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇨ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇨ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇨ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇨ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇨ Taller mecánico automotriz
- ⇨ Área verde

Asimismo, la actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en

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

Por lo que a fín de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, la empresa promovente presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: "Planta de distribución de Gas L.P., San Francisco del Ricón" ubicada en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, Estado de Guanajuato.

Cabe mencionar que se incluye el presente Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa desarrolla actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de GLP, indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Al obtener la resolución en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental, "Sonigas, S.A. de C.V." deberá cumplir con los términos y condicionantes establecido en dicho resolutivo. Cuando la planta comience con su operación normal, se deberán acatar todo lo establecido en materia de residuos, descarga de aguas residuales y emisiones a la atmósfera.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

En el apartado "A" se integra el Anexo No. 4 Informe Técnico.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

PREDIO RÚSTICO DENOMINADO RANCHO GRANDE DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, ESTADO DE GUANAJUATO.

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.
V.1.1 Planos de localización.

UBICACIÓN DE LA PLANTA

La Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza en el Predio Rústico denominado Rancho Grande de San Francisco del Rincón, municipio de San Francisco del Rincón, estado de Guanajuato.

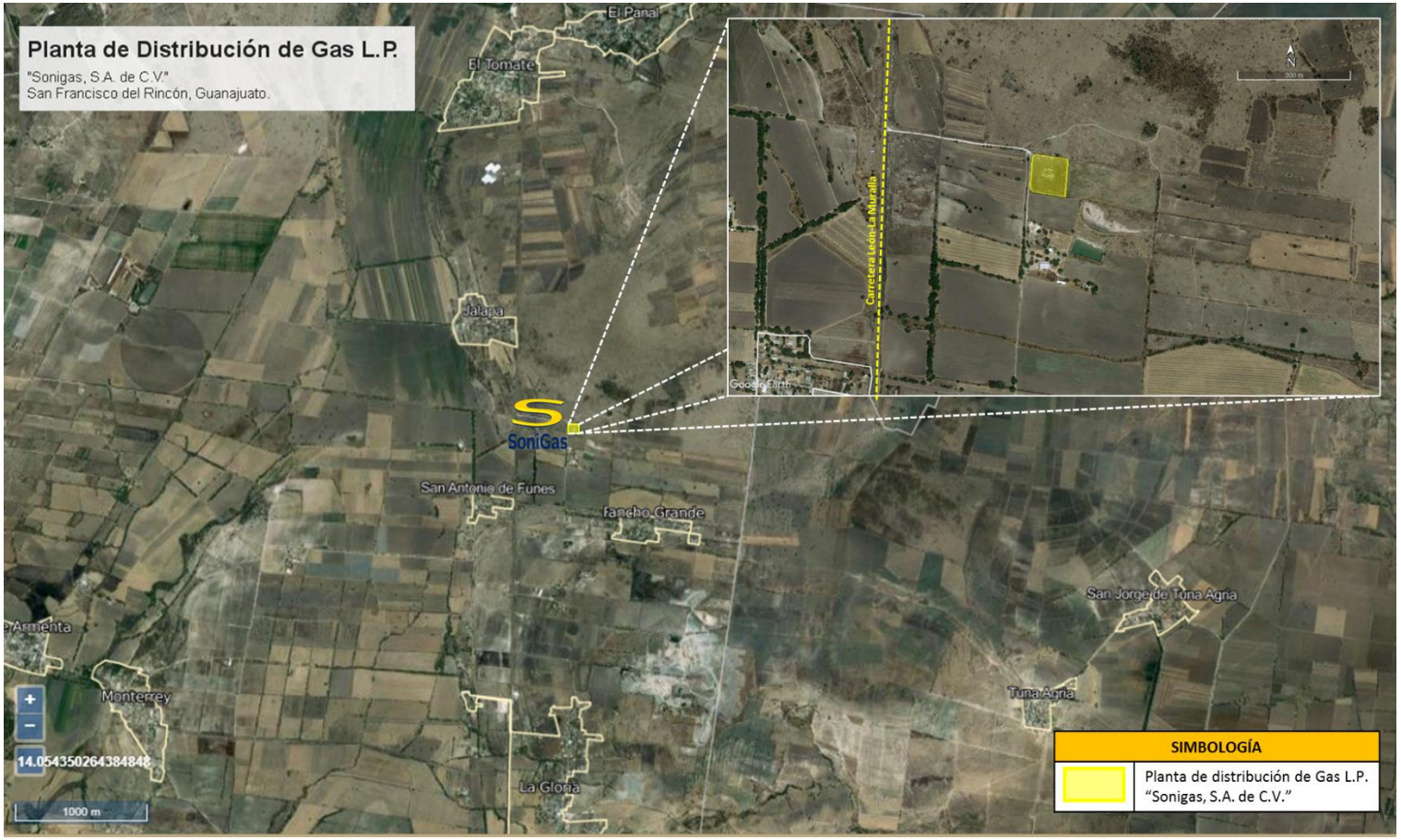


Figura V.1. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V."

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

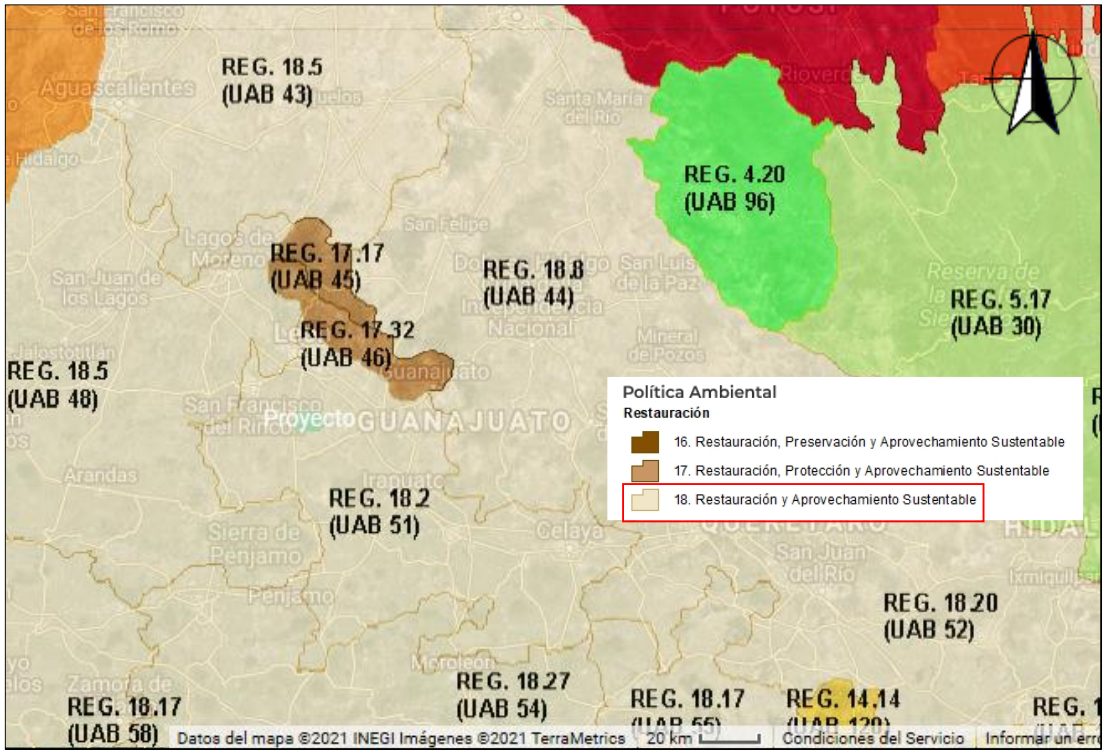


Figura V.2. Localización de la Planta en la UAB 51, Reg. 18.2 del POEGT.

PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE GUANAJUATO (PEDUOET)

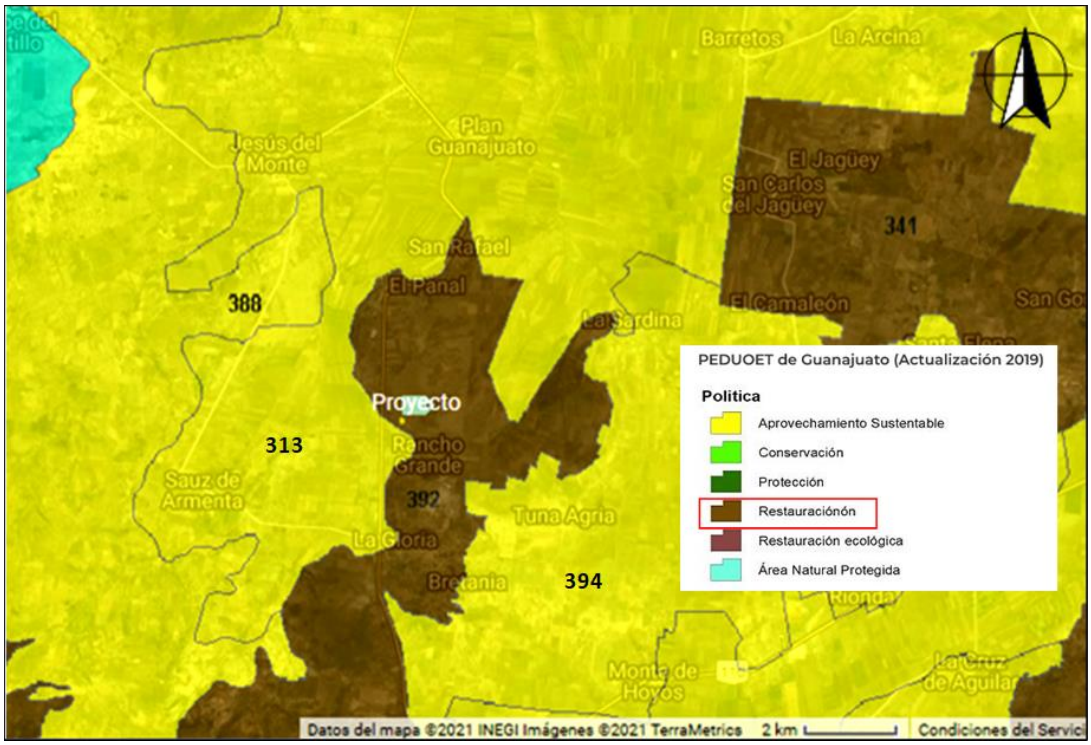


Figura V.3. Localización de la Planta en la UGAT 392 del PEDUOET.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y ECOLÓGICO PARA EL MUNICIPIO DE LEÓN.

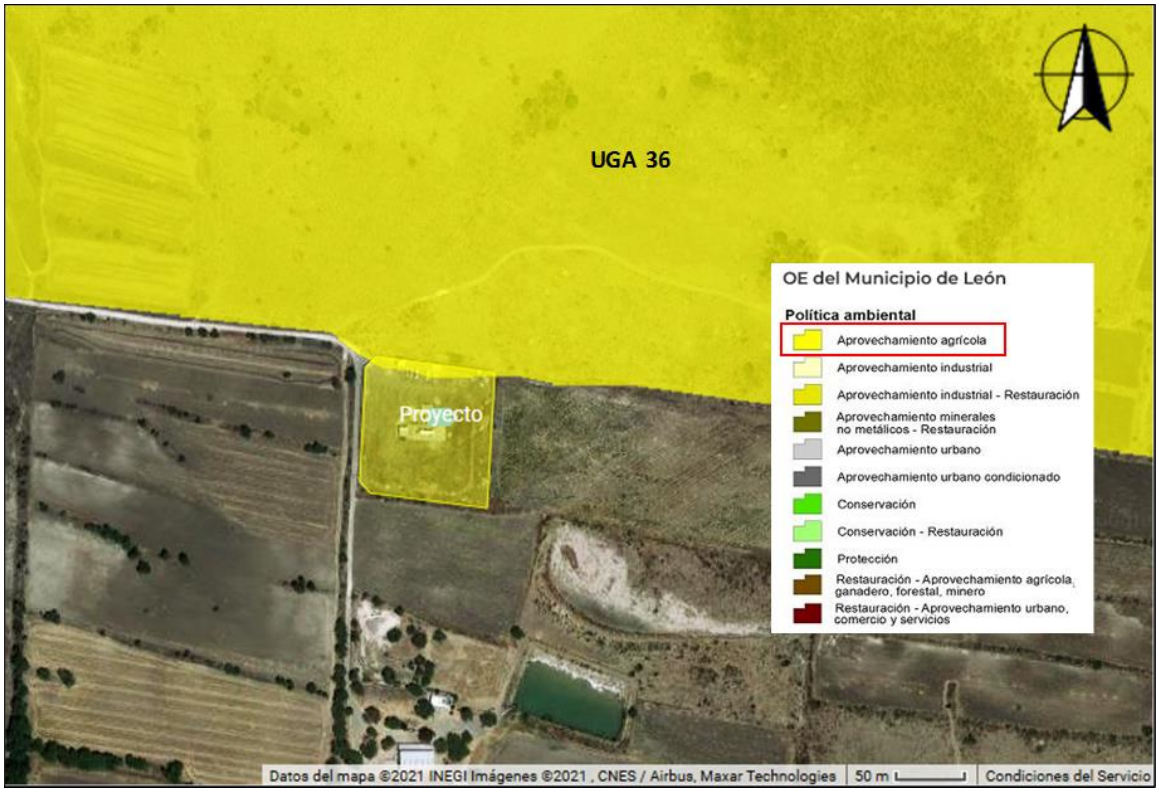


Figura V.4. Localización de la Planta en la UGA 36 del POTE.

PELIGROS GEOLÓGICOS.

REGIONALIZACIÓN SISMICA

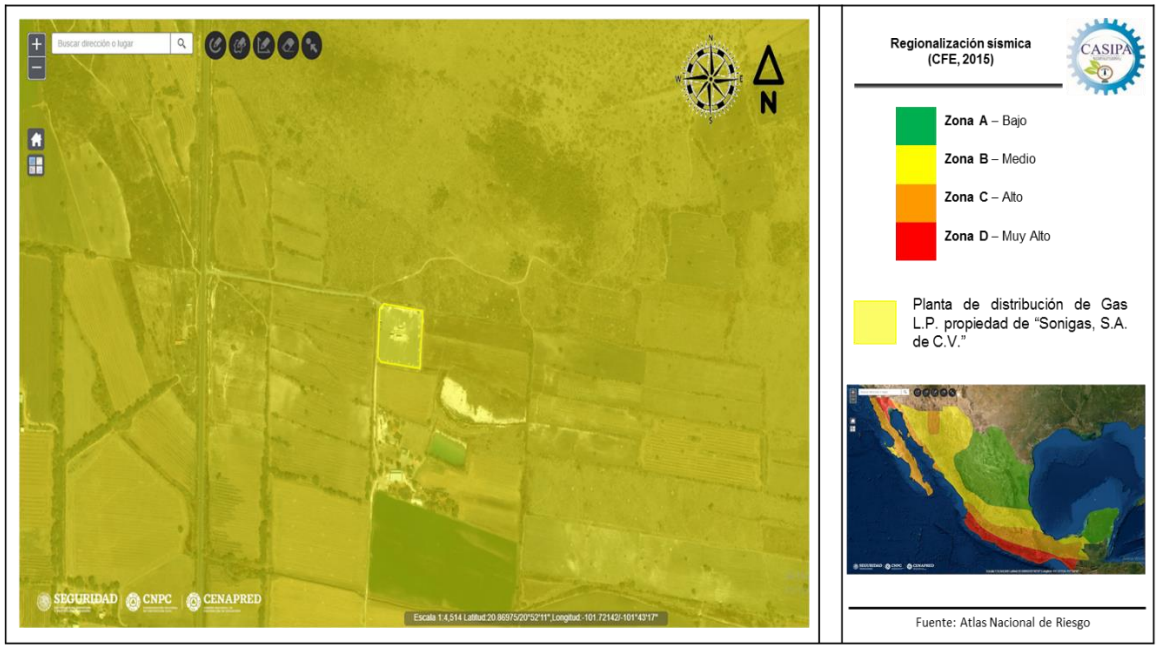


Figura V.5. Regionalización Sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

INESTABILIDAD POR LADERAS

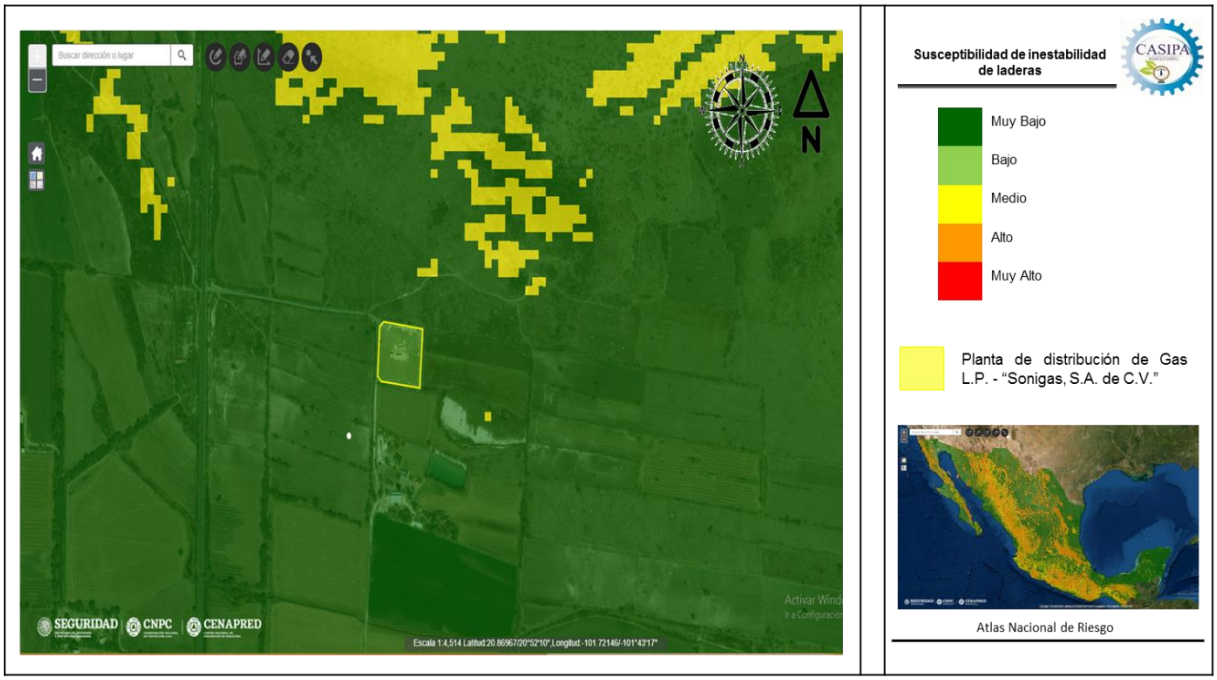


Figura V.6. Inestabilidad de laderas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS.

TORMENTAS ELÉCTRICAS



Figura V.7. Riesgo por tormentas eléctricas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

INUNDACIONES

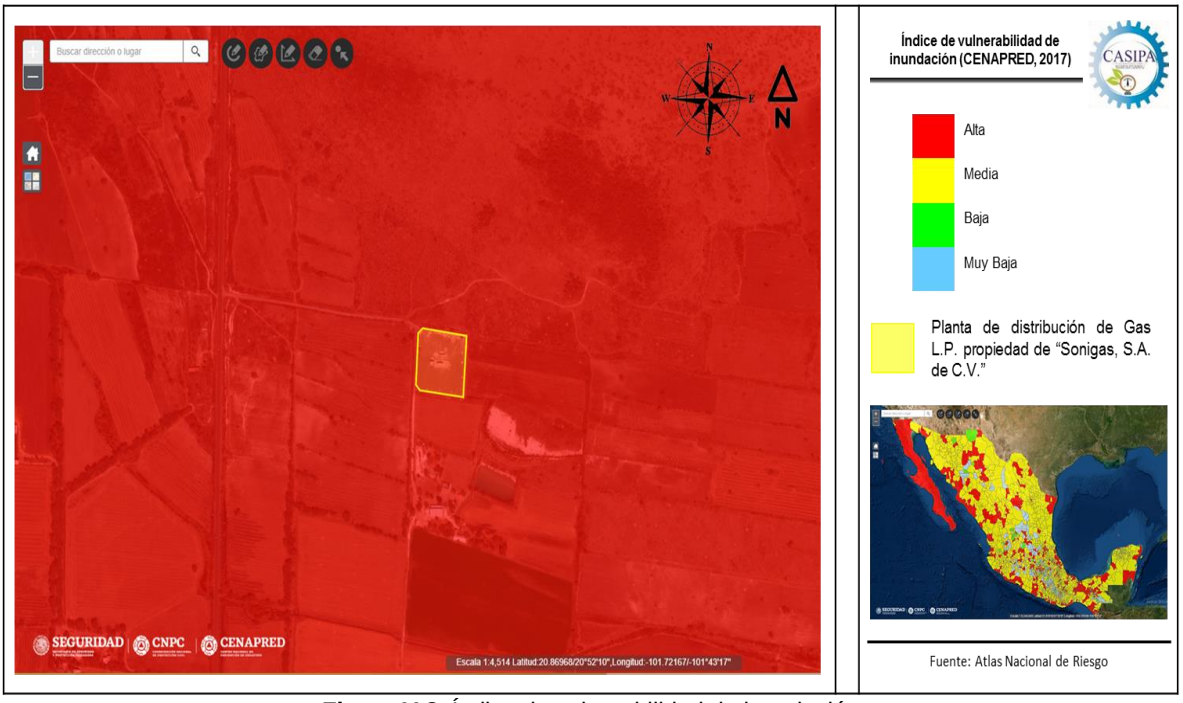


Figura V.8. Índice de vulnerabilidad de inundación
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

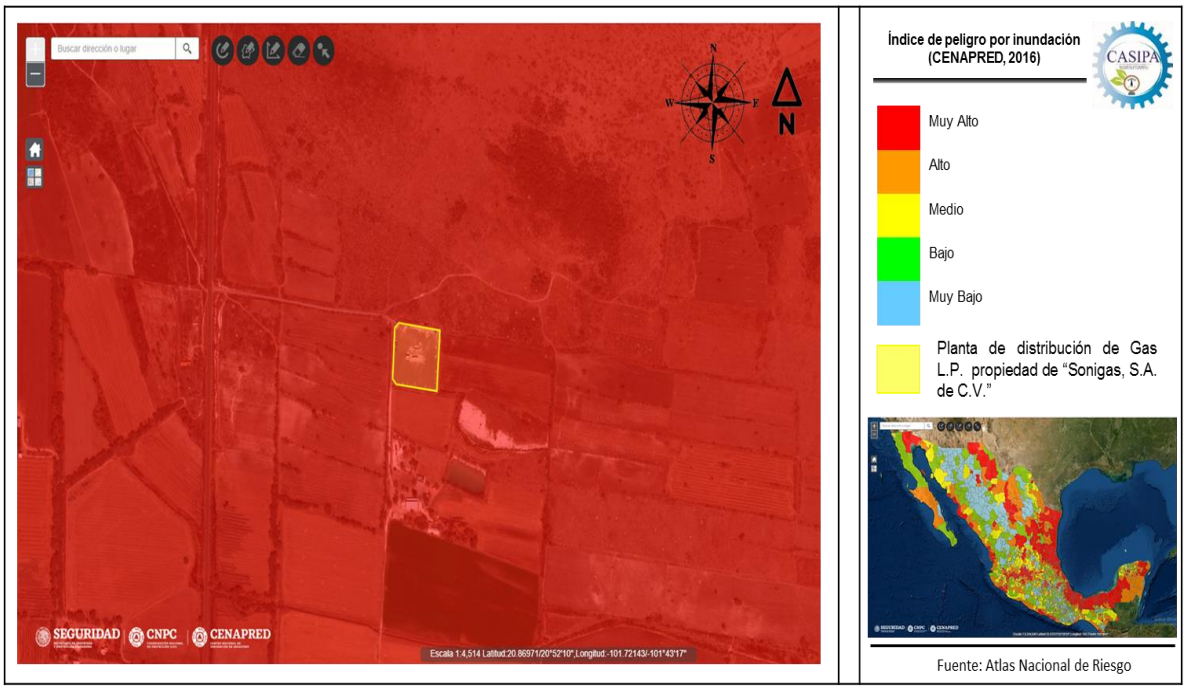


Figura V.9. Indice de peligro por inundación
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

SEQUÍAS

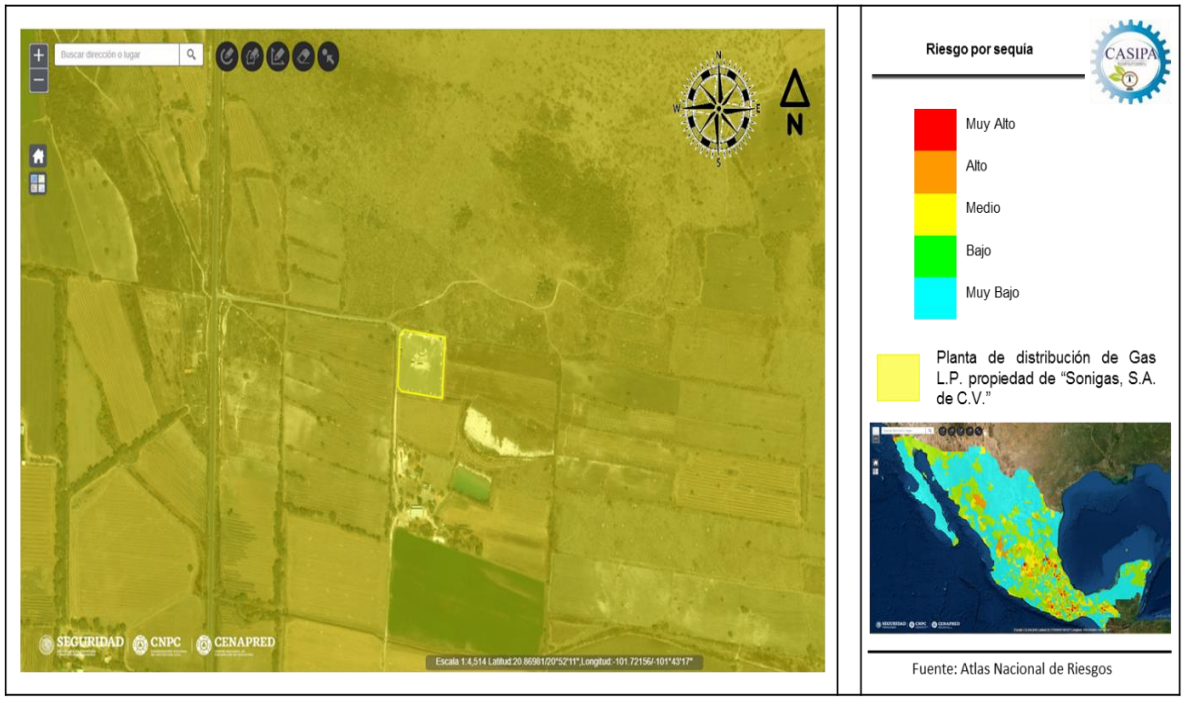


Figura V.10. Riesgo por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

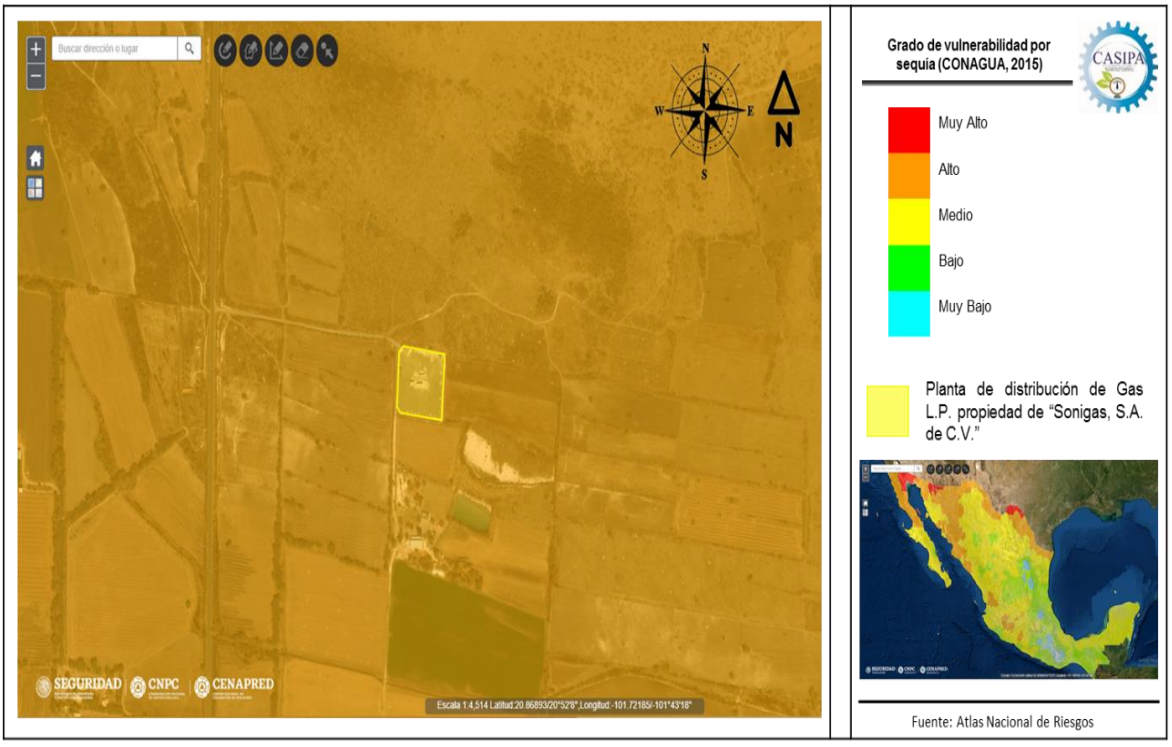


Figura V.11. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

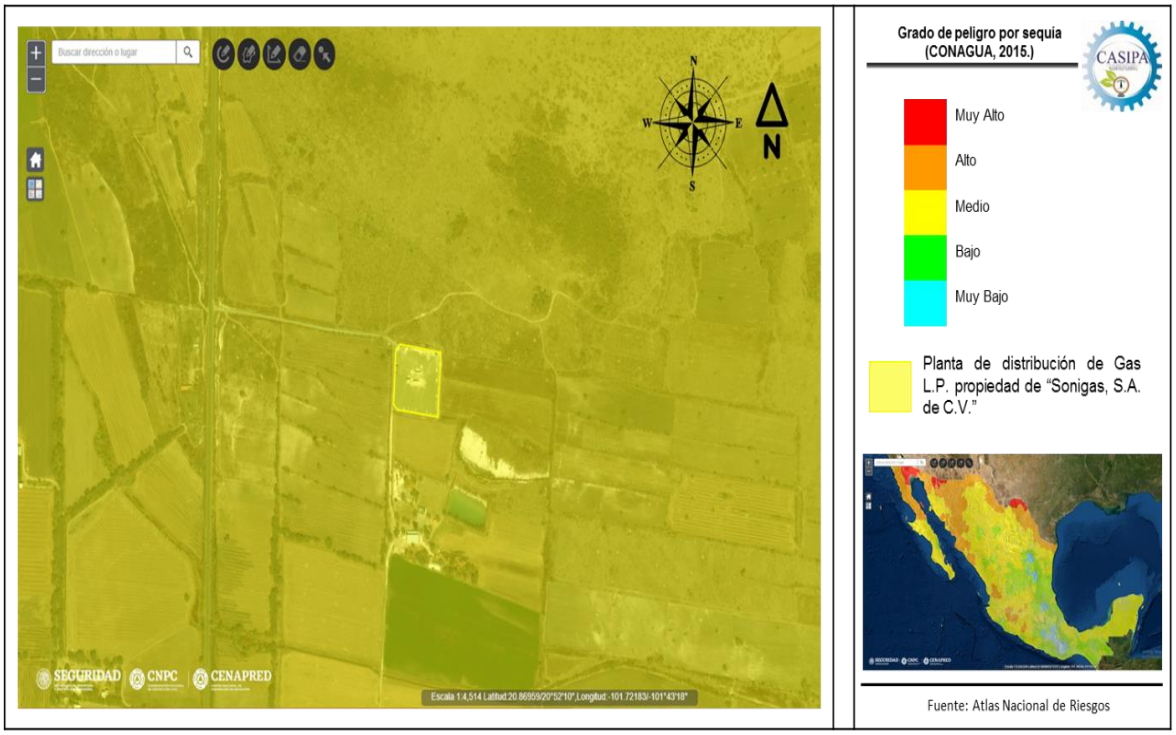


Figura V.12. Grado de peligro por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

ONDAS CÁLIDAS

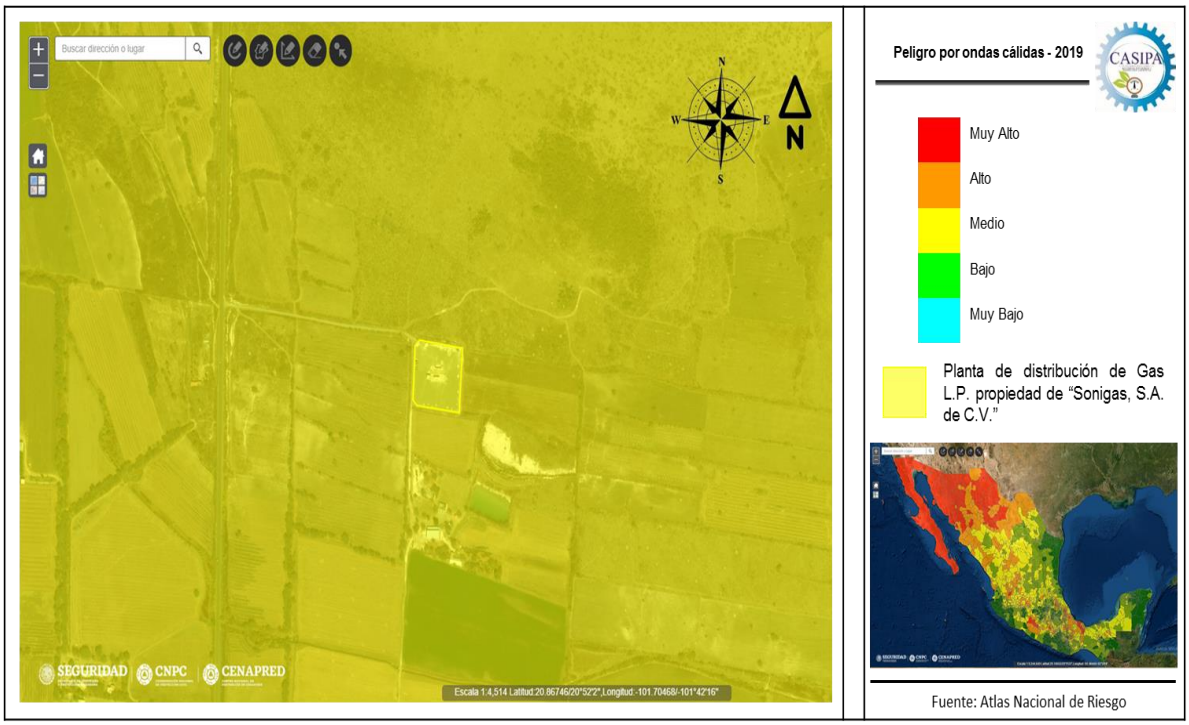


Figura V.13. Peligro por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

BAJAS TEMPERTAURAS

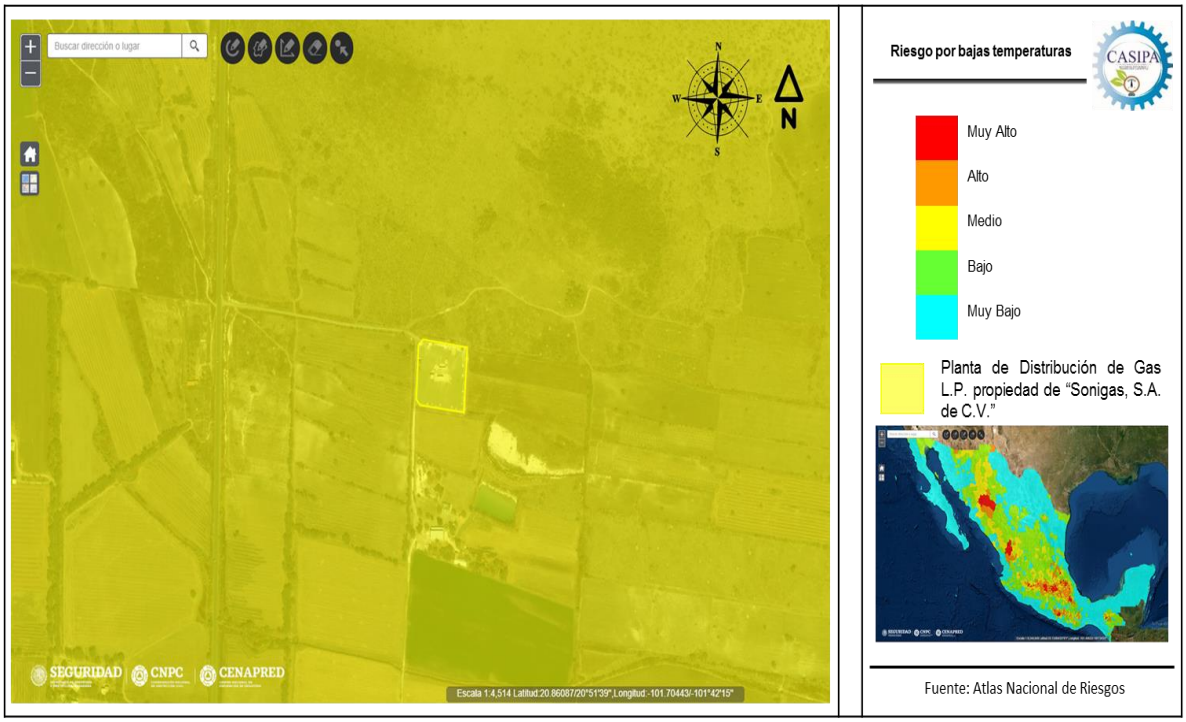


Figura V.14. Riesgo por bajas temperaturas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

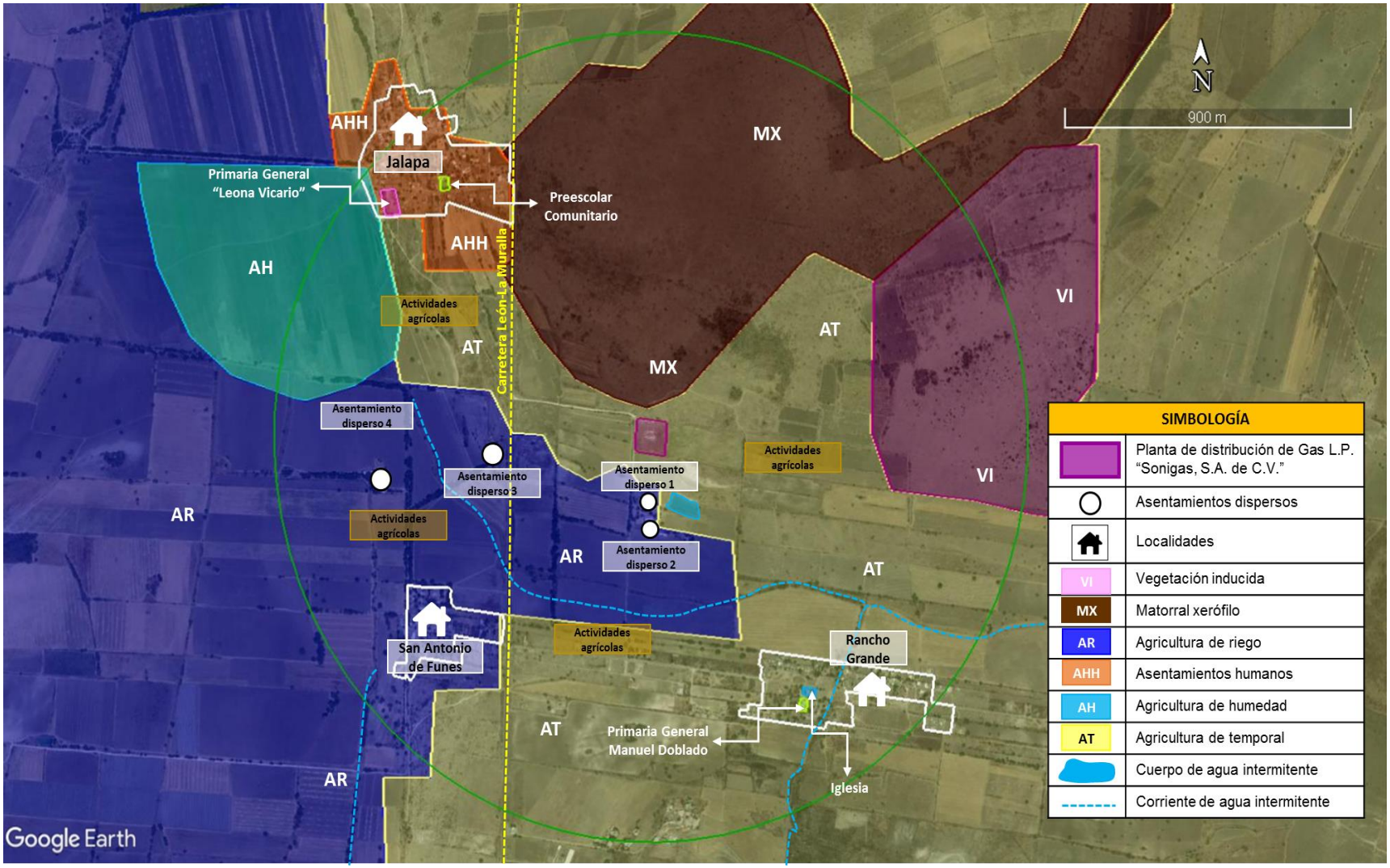


Figura V.15. Delimitación del Sistema Ambiental

FISIOGRAFÍA



Figura V.16. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

GEOLOGÍA

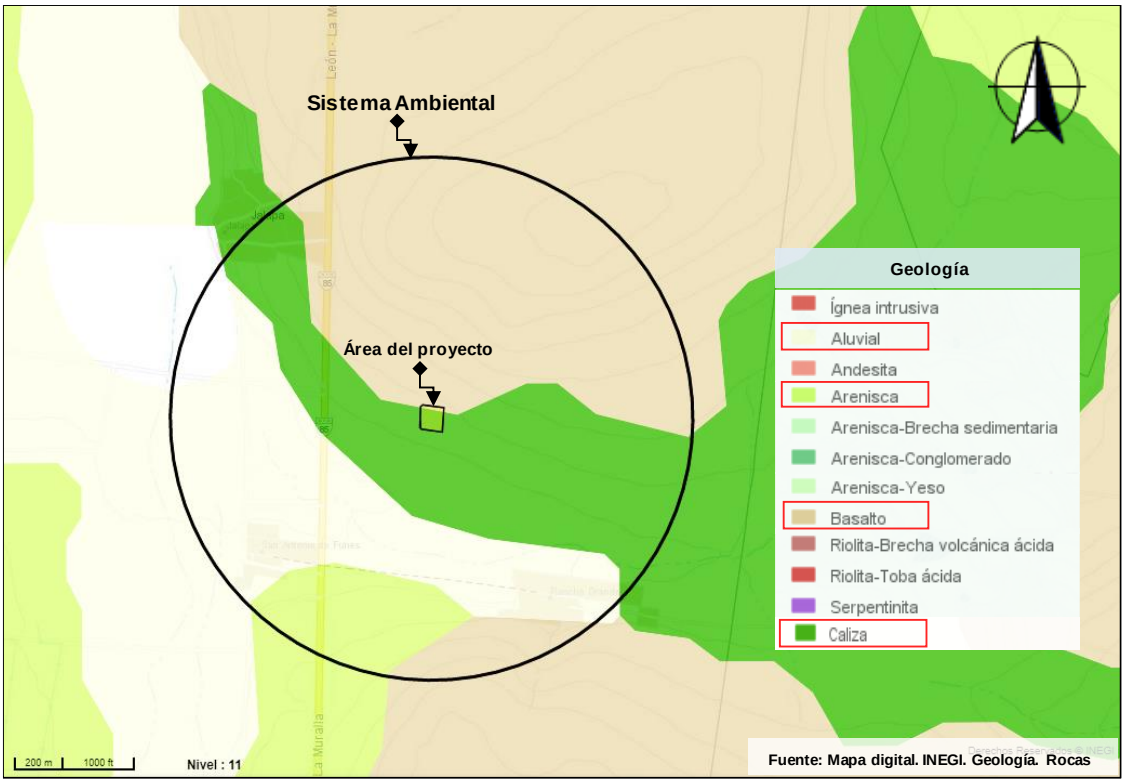


Figura V.17. Origen Geológico del Sistema Ambiental.

TOPOFORMAS

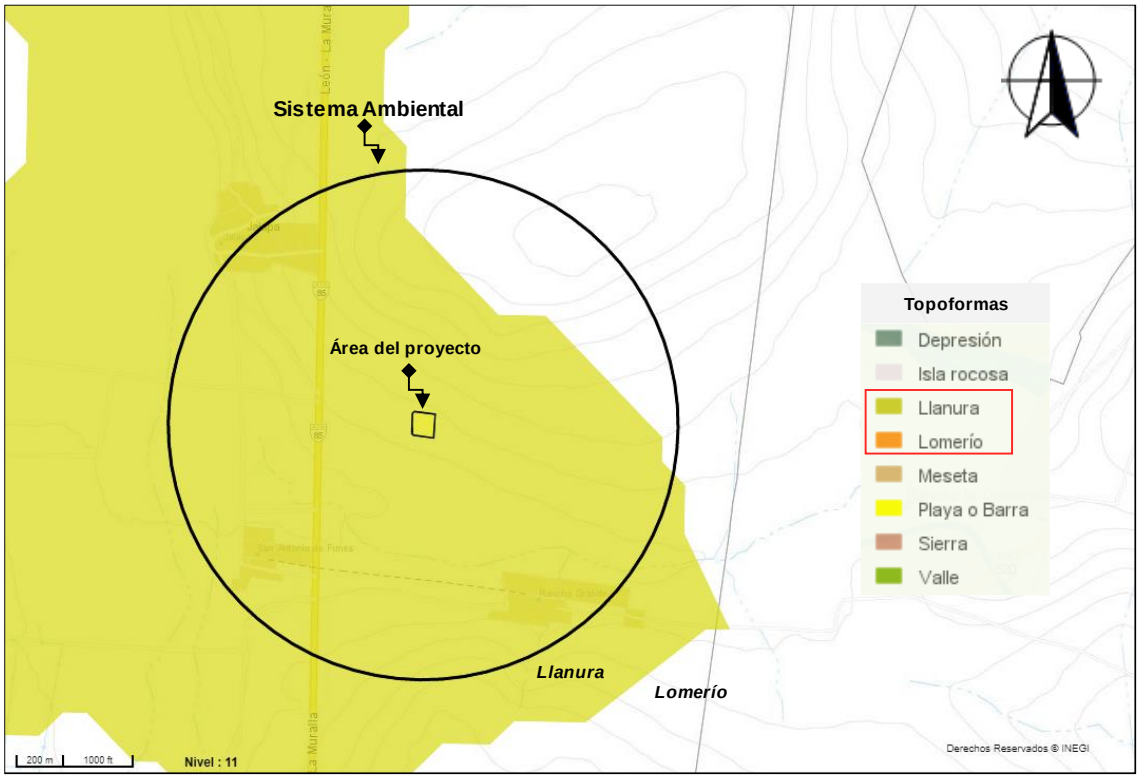


Figura V.18. Sistema de Topoformas en el Sistema Ambiental.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

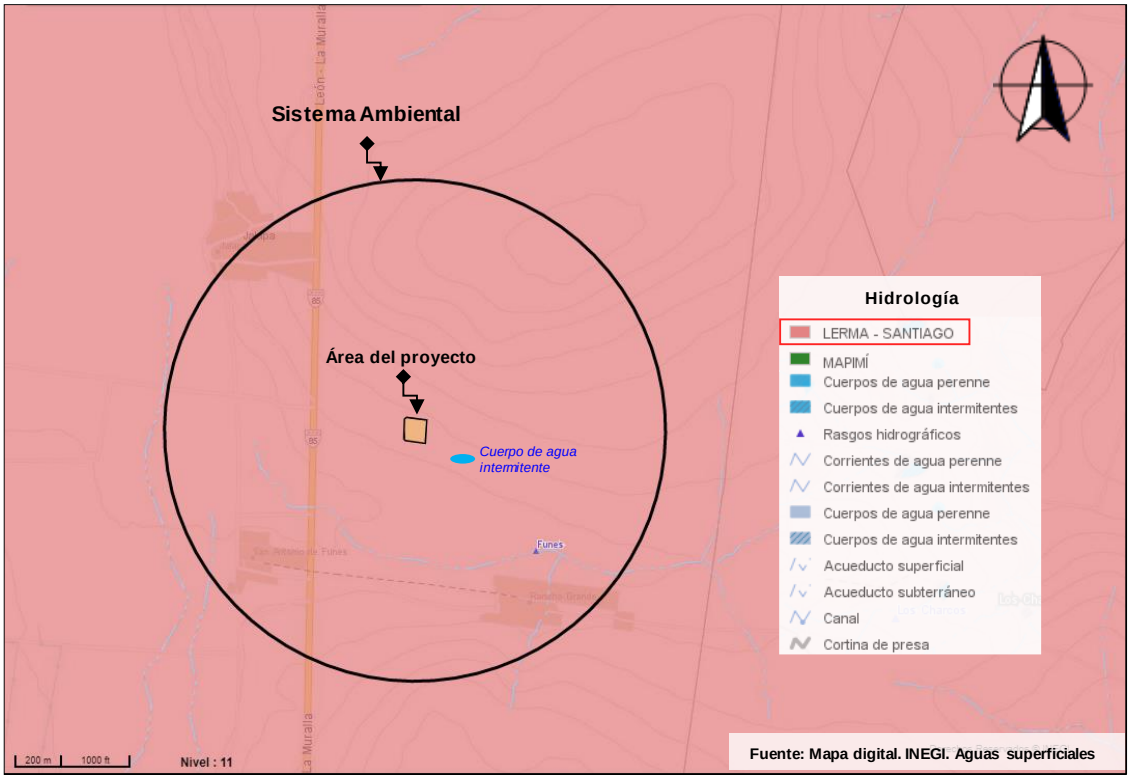


Figura V.19. Recursos Hidrológicos en el Sistema Ambiental.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

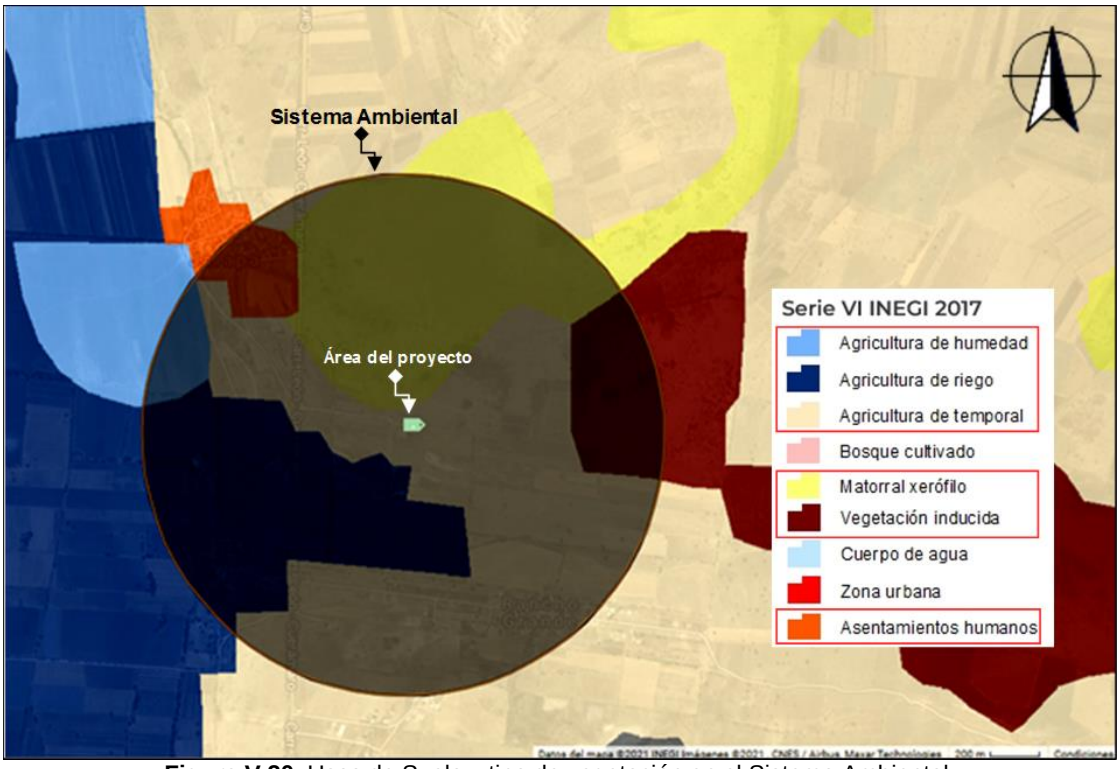
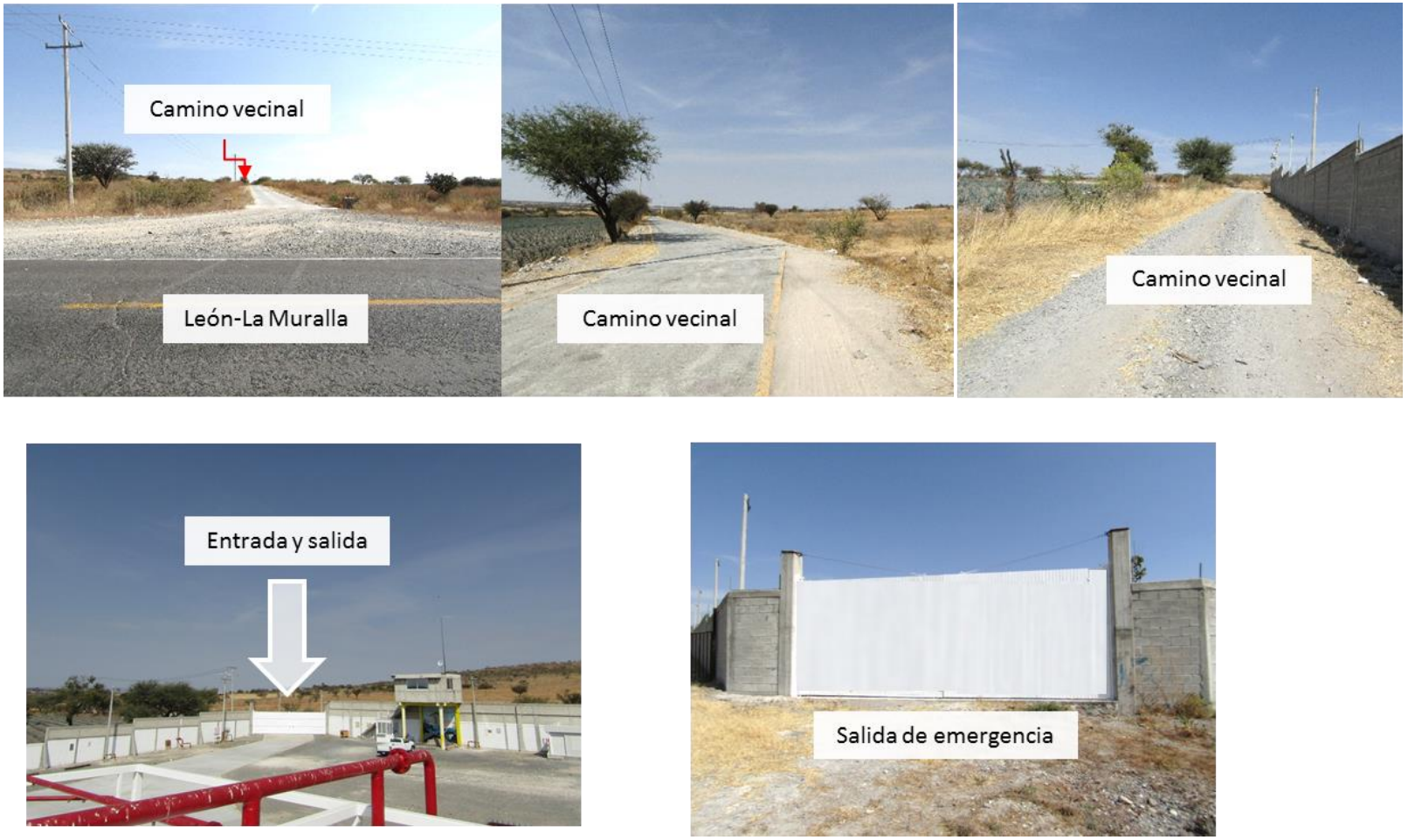


Figura V.20. Usos de Suelo y tipo de vegetación en el Sistema Ambiental.

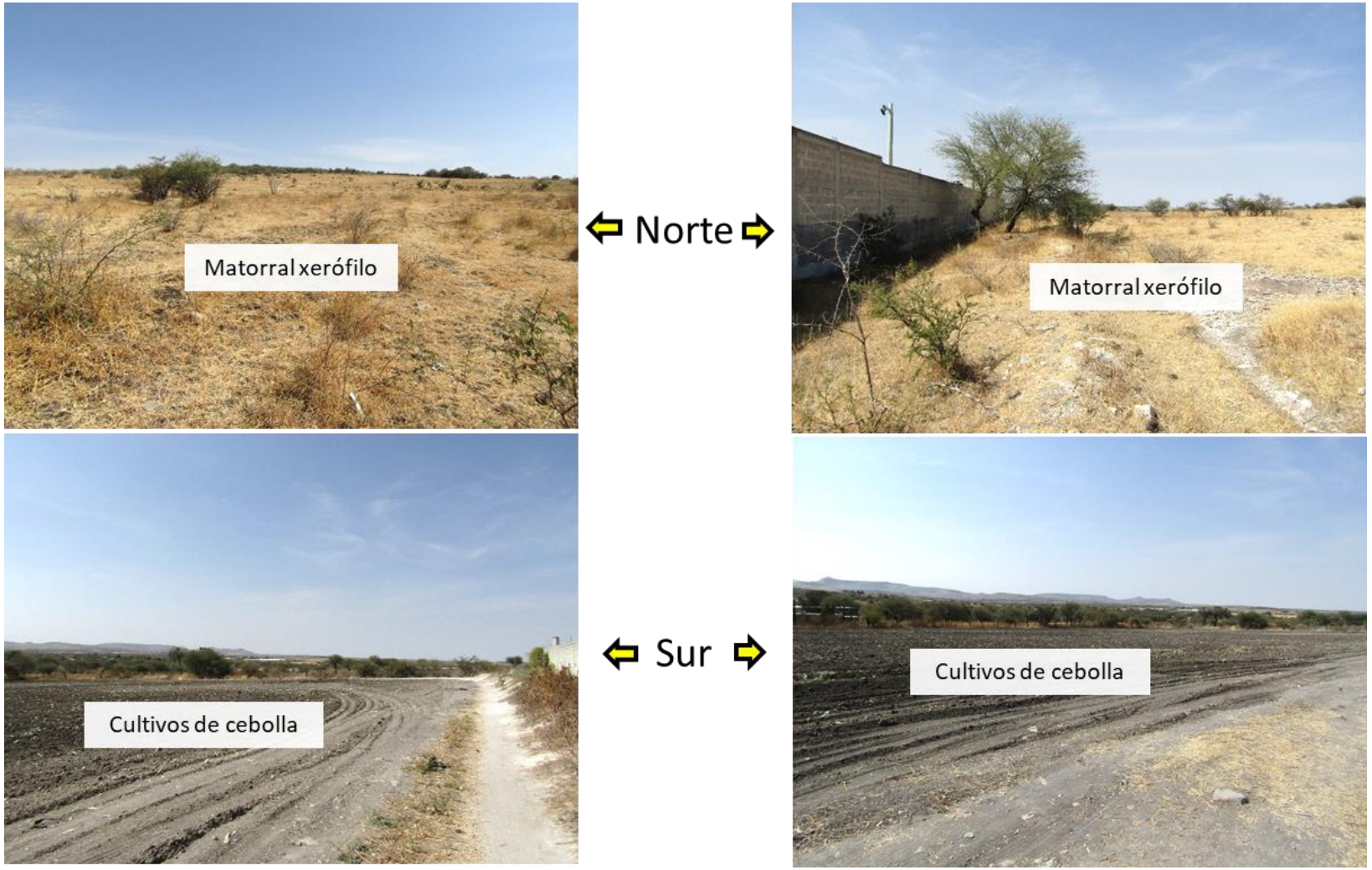
V.1.2 Fotografías

FOTOGRAFÍA No. 1: ACCESOS



El ingreso a la Planta es por la carretera León-La Muralla, la cual conecta a un camino vecinal de material consolidado. En la planta de distribución se cuenta con un acceso de 10.80 m, para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Asimismo, se cuenta con un acceso adicional de 8 m para la salida de emergencia.

FOTOGRAFÍA No. 2. COLINDANCIAS



Lindancias anexas a la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se indica que, al Norte se sitúa terreno baldío con vegetación secundaria de Matorral xerófilo, hacia el Sur se encuentran terrenos con actividades agrícolas donde se cultiva cebolla principalmente.



⇦ Este ⇨





⇦Oeste ⇨



Colindancias Este y Oeste de la Planta, donde se muestra que posterior a la barda perimetral Oriente se encuentran terrenos con actividades agrícolas donde se cultiva cebolla. Mientras que en el poniente se ubica un camino vecinal que dirige a la salida de emergencia e inmediatamente se encuentran terrenos con cultivos de agave.

FOTOGRAFIA No. 3 RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P.









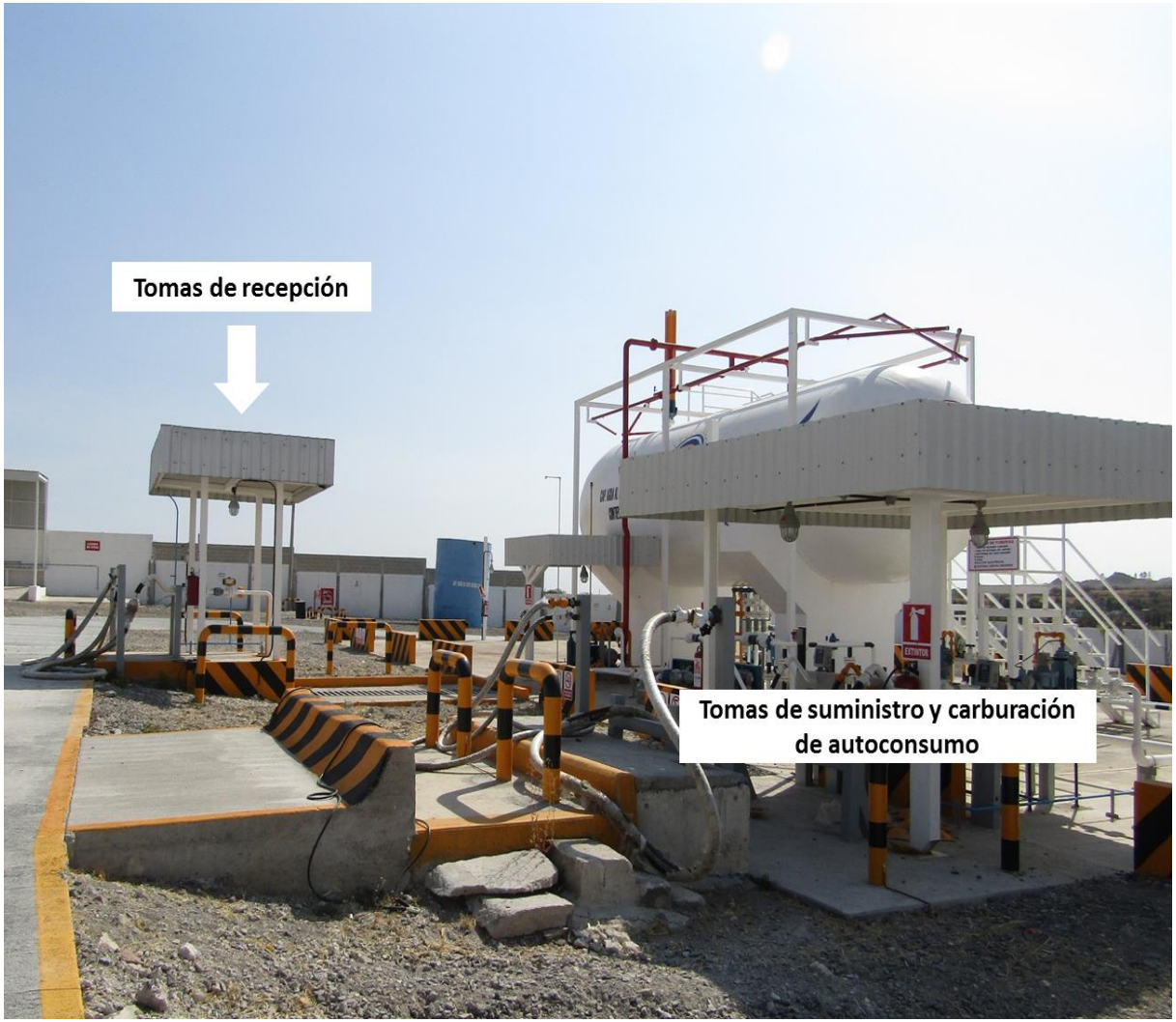




La capacidad total de almacenamiento de la planta es de 89,020 litros, en un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie, cilíndrico horizontal y especial para contener GLP. Dicho recipiente fue fabricado en el año 2011.

El recipiente cuenta con dispositivos de seguridad como son: válvulas de exceso de flujo (líquido y vapor), válvulas de máximo llenado, válvulas de seguridad (relevo de presión), medidor rotatorio, termómetro y manómetro.

FOTOGRAFIA No. 4. TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO



⇨ **TOMAS DE RECEPCIÓN:** Para la descarga de semirremolques se cuenta con un juego de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-liquido, misma que se ensancha a 76 mm Ø (3”) diámetro y por una boca terminal a 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-vapor.

⇨ **TOMAS DE SUMIISTRO**: Para la carga de autotanques, se cuenta con un juego de tomas instaladas dentro de la zona de almacenamiento, constando de una boca terminal de 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal y por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼”) de diámetro para conducir gas-vapor

⇨ **TOMA DE CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO:** Para la carga de los recipientes de carburación montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P., como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 2.

FOTOGRAFIA No. 5. BOMBAS Y COMPRESOR DE TRASIEGO DE GAS L.P.



Las bombas y el compresor, junto con sus motores, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado 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 la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, se encuentra a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso.

FOTOGRAFIA NO. 6. MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES







Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero al carbón cedula 40 sin costura, para alta presión de 51 mm (2”) de diámetro y conexiones soldables para alta presión. Constando con tres salidas de 13 mm (1/2”), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables.

El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2”) de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4”) de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión.

FOTOGRAFIA NO. 7. CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS DEL PREDIO

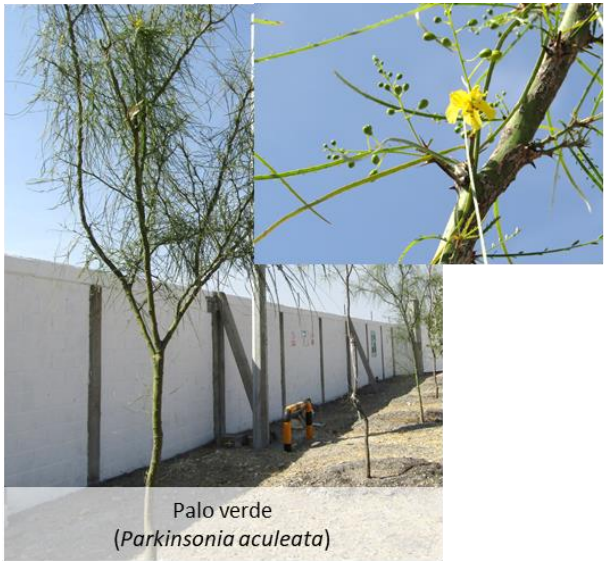


En la colindancia Sur de la planta de distribución de gas L.P., se encuentra un área de 430 m^2 destinada para área verde, en donde actualmente se encuentran elementos de ornato nativos en su mayoría.

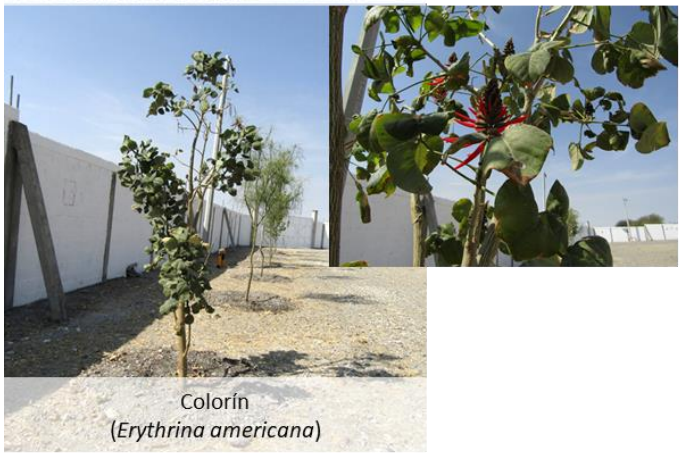
FOTOGRAFIA NO. 8. CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS DEL PREDIO



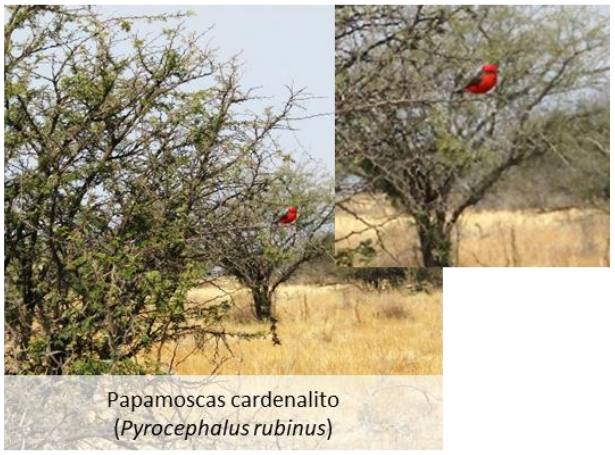
Álamo
(*Platanus rzedowskii*)



Palo verde
(*Parkinsonia aculeata*)



Colorín
(*Erythrina americana*)



Papamoscas cardenalito
(*Pyrocephalus rubinus*)

Se muestran las condiciones bióticas que actualmente están presentes en el área verde de la Planta, se localizan ejemplares arbóreos de palo verde (*Parkinsonia aculeata*), álamo (*Platanus rzedowskii*) y colorín (*Erytrina americana*). Además de aves como el papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*).

V.2 OTROS ANEXOS

ANEXOS DE LA GUIA DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

- ANEXO1. Flujograma de análisis de riesgos para el sector hidrocarburos.
- ANEXO 2. Datos de especificación de escenarios.
- ANEXO 3. Representación en planos de los radios potenciales de afectación.
- ANEXO 4. Informe Técnico

DOCUMENTOS LEGALES

- Acta constitutiva 26,537, Escritura Nº 23,775. Lic. Bulmaro Rodolfo Vieyra Anaya, Notario público Nº 94. Fechada el 27 de marzo de 2001.
- Contrato de compraventa, que celebran por una parte la sociedad mercantil "ABASTECEDORA ECOGASS" S.A. DE C.V., a la que se le designará como la parte "Vendedora" y por otra parte la sociedad mercantil denominada "SONIGAS" S.A. DE C.V., la parte "compradora". Fechado el 16 de agosto de 2016.
- Identificación del representante legal. Francisco Javier Ortega Martínez
- Poder general para pleitos y cobranzas, actos de administración y actos de administración en materia laboral a favor del C.P. Francisco Javier Ortega Martínez. Acta N° 27,663, Tomo CXLIII. Lic. Bulmaro Rodolfo Vieyra Anaya, Notario público Nº 94. Fechado el 17 de enero de 2002.
- R.F.C de "SONIGAS" S.A. de C.V. SON990511MI0
- Cesión de derechos notariada, Volumen 492, escritura pública Núm. 20,777, dando fe el Lic. Arturo Reyes Pérez, titular de la Notaria Núm. 87 con fecha del 05 de febrero de 2020.

AUTORIZACIONES Y PERMISOS

- Titulo de permiso de distribución de gas l.p. mediante planta de distribución Núm. LP/14876/DIST/PLA/2016 (Antes PAD-GTO-12100395), otorgado por la Secretaría de Energía. Fechado el 21 de diciembre de 2010.
- Inicio de operaciones, del título de permiso No. PAD-GTO-12100395, emitido por la Secretaria de Energía el 17 de marzo de 2012.
- Resolución NÚM. RES/1746/2019 de la Comisión Reguladora de Energía, que aprueba a Abastecedora ECOGASS, S.A. DE C.V., la modificación del permiso de distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante planta de distribución LP/14876/DIST/PLA/2016, por cesión a favor de "SONIGAS" S.A. DE C.V. Emitido por la Comisión Reguladora de Energía, el 16 de diciembre de 2019.
- Permiso de uso de suelo, expediente DUyOT/US/2229-2020. Emitido por el H. Ayuntamiento Municipal de San Francisco del Rincón, Guanajuato Fechado el 26 de agosto del 2020.

DICTAMENES TÉCNICOS

- Dictamen de verificación de instalaciones electricas No. DVNP12-2020-UVSEIE 552-A/000176, emitido por la Unidad de Verificación Ing. Jaime Ledesma Zavala, No. de Registro UVSEIE 552-A, fechado el 26 de junio de 2020.
- Dictamen técnico No. 013/PLA.001/SAN FRANCISCO DEL RINCÓN/2020 de los Planos y Memorias técnicas descriptivas de las áreas civil, mecánica, eléctrica y contra incendio de la Planta de Distribución de Gas L.P. De conformidad con la

NOM-001-SESH-2014. Emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, No. de Registro UVSELP 036-C. Fechado el 20 de noviembre de 2020.

MEMORIAS TÉCNICAS

- MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN CIVIL.
- MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN MECÁNICA.
- MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN CONTRA INCENDIO.
- MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN ELÉCTRICA.

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles No. de Registro UVSELP 036-C. Fechados en noviembre 2020.

PLANOS

- PLANOMÉTRICO.
- PLANO CIVIL.
- PLANO MECÁNICO
- PLANO ELÉCTRICO “A”.
- PLANO ELÉCTRICO “B”.
- PLANO SISTEMA CONTRA INCENDIO “A”.
- PLANO SISTEMA CONTRA INCENDIO “B”.

Avalados por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles No. de Registro UVSELP 036-C. Fechados en noviembre 2020.