



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

**“AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL
CARMEN”**

*AVENIDA X'MANA POR AVENIDA LUIS DONALDO COLOSIO, PARCELA
EJIDAL CON CÉDULA CATASTRAL 801061003001002, MANZANA 001,
LOTE 002 S/N, LOCALIDAD DE PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO DE
SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO.*

Febrero 2020



SONIGAS, S.A. DE C.V.

Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

**AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL CARMEN.**

CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON
EL PROYECTO

*Consultores Asociados en Seguridad Industrial y
Protección Ambiental*



I.1. BASES DE DISEÑO.

El “proyecto” que promueve la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es el aumento de capacidad de la Planta de Distribución de Gas L.P., Playa del Carmen. En donde se pretenden instalar dos recipientes para almacenamiento de Gas L.P. (GLP) de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno, los cuales formaran parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., misma que actualmente almacena GLP en dos recipientes de 250,000 litros al 100% agua cada uno. Por lo tanto, la suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg rebasando la cantidad de reporte establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas** la cual es de 50,000 kg para el GLP.

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, se encuentra ubicada en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo (Figura I.1.1.).

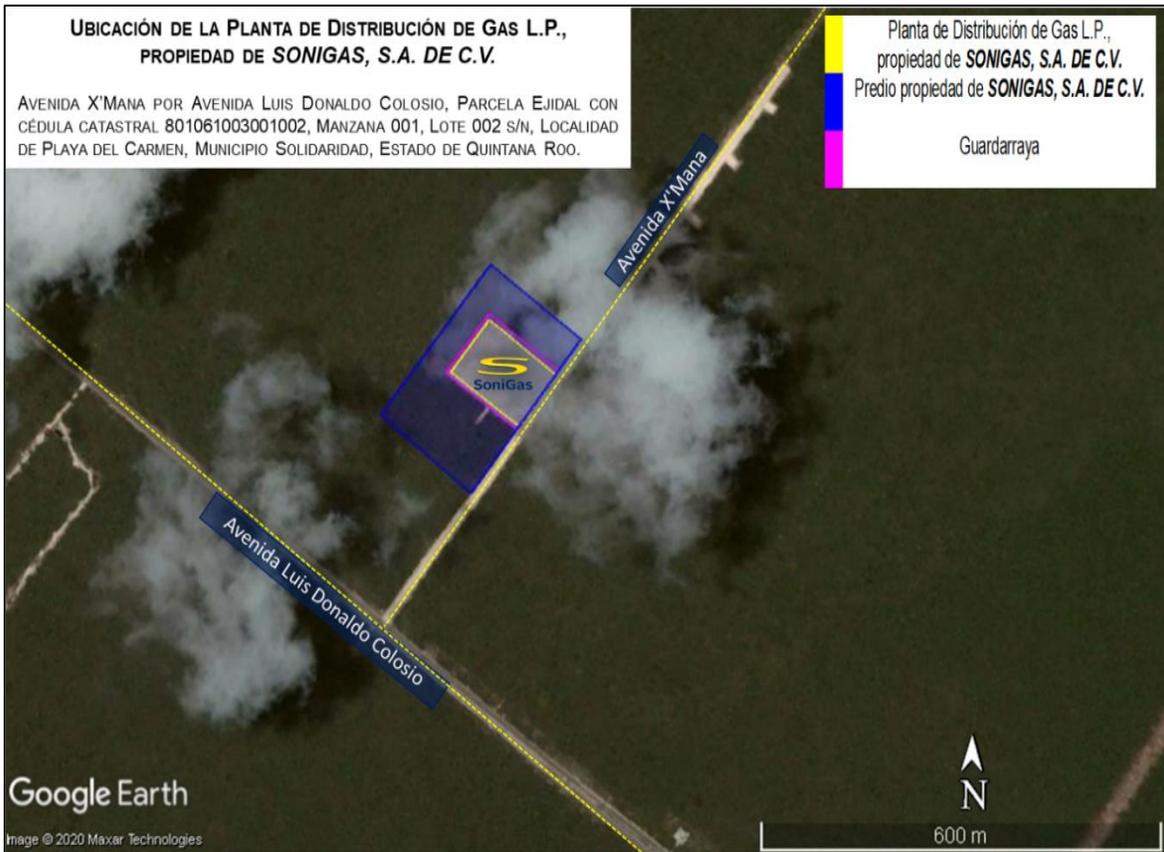


Figura I.1.1. Ubicación de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**

Esta Planta se encuentra en operación desde el 28 de mayo de 2018 conforme a lo señalado en el oficio **UGLP-260/45142/2018** emitido por la Unidad de Gas Licuado de Petróleo adscrita a la Comisión Reguladora de Energía (CRE), operando bajo el amparo del Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución **No. LP/19009/DIST/PLA/2016** otorgado por la CRE el 12 de mayo de 2016 (Anexo 3).

La Planta cuenta con Resolución Procedente en Materia de Impacto Ambiental mediante oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/3225/2017** de fecha 3 de marzo de 2017. Derivado del Término Tercero de dicha Resolución se solicitó la actualización del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) para instalaciones en operación y su Programa para la Prevención de Accidentes, los cuales se ingresaron de manera conjunta el 06 de noviembre de 2019 en el área de atención al regulado y fueron registrados con número de bitácora: 09/ARA0103/11/19 y 09/AZA0104/11/19, respectivamente.

De manera particular, las bases de diseño y construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P. se apegaron a los lineamientos establecidos en 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 Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2012.

En virtud de que se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de *GLP* el promovente cuenta con el **Dictamen No. 009/PLA.001/EDO.Q.R./2019**, en donde se menciona que Planos y Memorias Técnicas descriptivas de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, con capacidad de almacenamiento total de 1,257,000 litros agua al 100% en cuatro recipientes, con las características de los datos del fabricante que se mencionas a continuación:

Recipiente No.	Capacidad (Lts.)	Marca	No. de serie	Año de fabricación
1	250,000	TATSA	TP-2224	2016
2	250,000	TATSA	TP-2235	2016
3	378,500	ARCOSA INDUSTRIES OF MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	TP-2352	2019
4	378,500	ARCOSA INDUSTRIES OF MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	TP-2339	2019

Y con Título de Permiso **No. LP/19009/DIST/PLA/2016**, cumplen de conformidad con los requerimientos especificados en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**. Emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles con Reg. Aut. UVSELP 036-C, en Celaya, Edo. De Guanajuato el 11 de octubre de 2019.

El predio propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, tiene una superficie de 50,000 m² en donde la Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con una superficie de 12,600 m² y adicionalmente cuenta con un perímetro de guardarraya de 2,400 m², de manera que el área total del proyecto corresponde a la suma de las instalaciones de la Planta y al perímetro de guardarraya, es decir 15,000 m² (Figura I.1.2.).

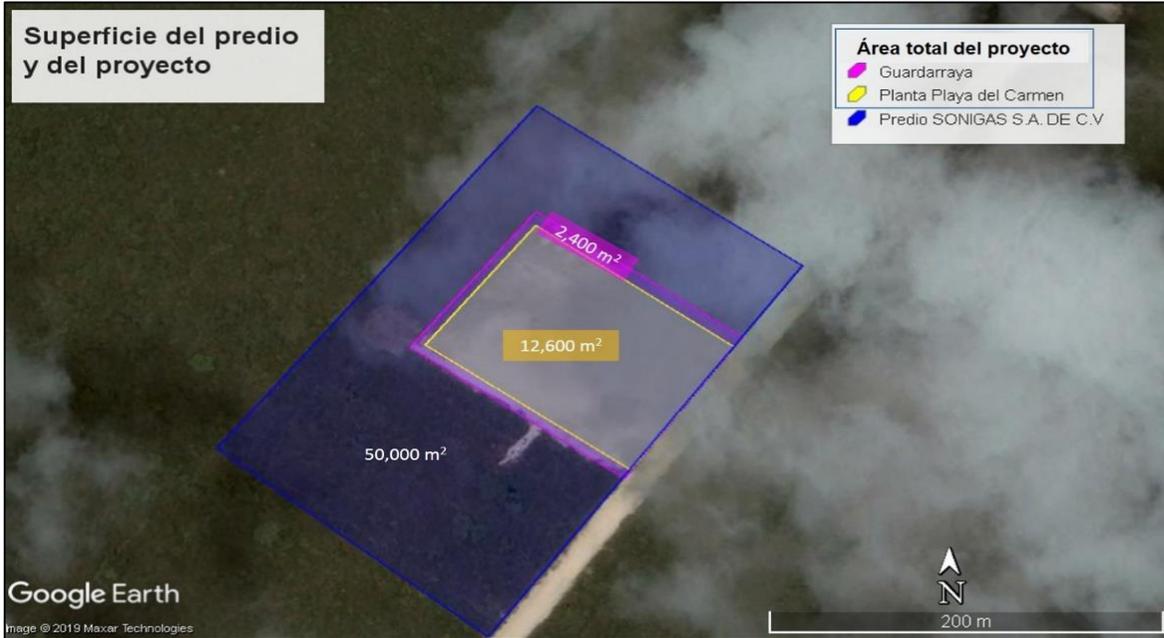


Figura I.1.2. Superficie del predio y del proyecto.

Para realizar las modificaciones de la instalación de los nuevos recipientes, la zona de almacenamiento será la única área que se verá afectada con el aumento de una superficie aproximada de 749.94 m². De modo que, si bien actualmente la zona de almacenamiento cuenta con una superficie de 548.06 m², con las modificaciones pretendidas esta zona tendrá una superficie de 1,298 m² y, por consiguiente, el patio y área de circulación disminuirá de 10,398.62 m² a 9,548.68 m².

A continuación, se presentan las superficies de las obras que conforman las instalaciones, así como el área a modificar estimada (Tabla I.1.1.). Para mayor detalle consultar la memoria técnico descriptiva y los planos (Anexo 8 y 9).

Tabla I.1.1. Superficies de la Planta de distribución de gas l. p. y superficie de instalación

Áreas de la Planta	Superficie (m ²)	Porcentaje %
Zona de almacenamiento total (Incluida el área estimada de 749.94 m ² que será añadida para la modificación).	1298	10.3
Tomas de recepción.	52.5	0.41
Área de muelle de llenado.	191.7	1.52
Superficie de construcciones localizadas por lindero suroeste (Oficinas generales, caja, vigilancia, servicios sanitarios, taller mecánico, área de residuos, área de lavado, almacén de llantas y refacciones).	244	1.93
Superficie de construcciones, localizadas por el lindero sureste: cocineta, cuarto del tablero, cisterna, cuarto de bombas del sistema contra incendio.	174.12	1.38
Taller de mantenimiento de recipientes transportables y bodega, ubicadas por el lindero Norte	36	0.28
Áreas de estacionamiento.	215	1.70
Patio y áreas de circulación al interior de la Planta.	9,648.68	76.57
Áreas verdes.	740	5.87
Total	12,600	100%

Cabe mencionar también que en un radio de 500 m entorno a la Planta de Distribución de Gas L.P., se tienen terrenos sin actividad (terrenos forestales). Asimismo, se pudo constatar que, en un radio de 500 m medidos a partir de la zona de almacenamiento de la Planta no se desarrollan actividades comerciales o industriales, ni se encuentra cerca a grandes concentraciones poblacionales (Figura I.1.3.).

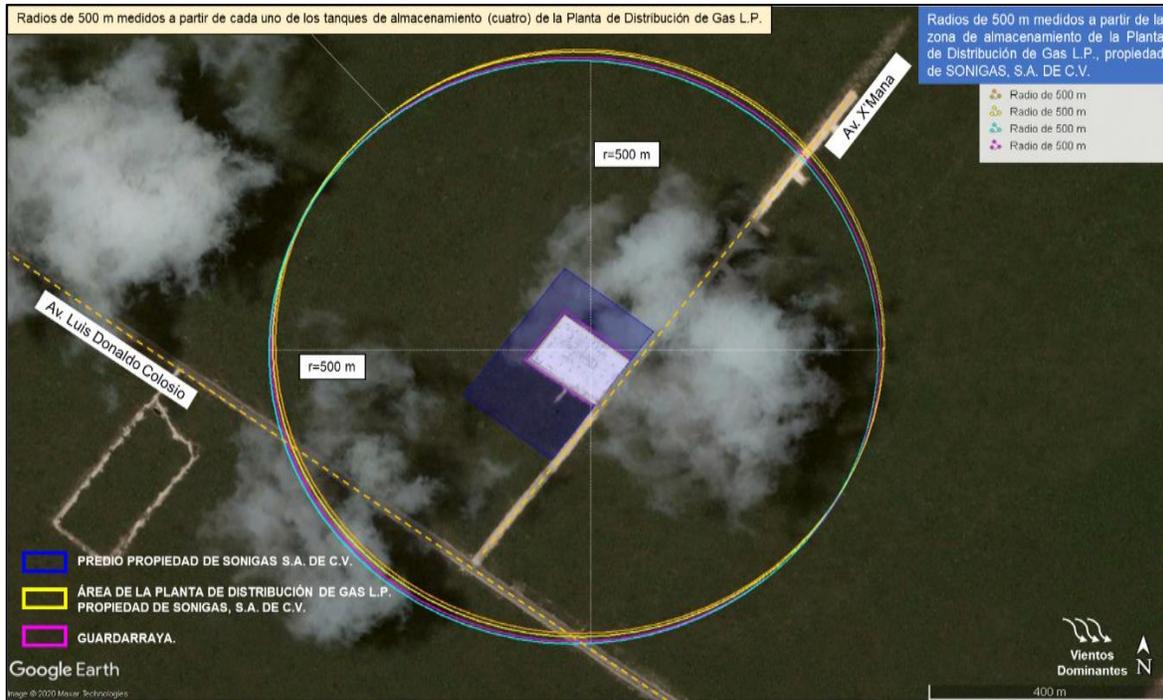


Figura I.1.3. Puntos de interés cercanos a la Planta de Distribución de GLP en un radio de 500 m.

De acuerdo al inventario Nacional de Viviendas 2016, en un radio de 500 m de la periferia de la Planta no se localizan asentamientos humanos o casas habitadas.

Colindancias.

Las colindancias inmediatas de la Planta, se mencionan a continuación:

- Al Este con la Avenida X'Mana en 92 m. aproximadamente.
- Al Norte con terrenos propios de la empresa SONIGAS S.A. DE C.V., en 73 m. aproximadamente.
- Al Oeste, con terrenos, propios de la empresa SONIGAS, S.A. de C.V., en 98 m. aproximadamente.
- Al Suroeste, con la Avenida Luis Donaldo Colosio, también conocida como carretera Playa del Carmen – El Tintal, en 395 metros aproximadamente.

Como ya se mencionó anteriormente en un radio de 500 m entorno a la Planta de Distribución de Gas L.P. se tienen terrenos forestales sin actividad, sin embargo el Fraccionamiento Villas del Sol se encuentra hacia el Sureste a una distancia estimada de 1457 metros, y la Planta tratadora de aguas residuales Saastun-Ja a 1400 metros aproximadamente, medidos desde la zona de almacenamiento de la Planta de Distribución de GLP, por lo tanto al no tener ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos a la operación normal de la misma (Figura I.1.4.).



Figura I.1.4. Colindancias de la instalación.

Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.

- Uso de suelo.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, la zona donde se establece el proyecto presenta una política ambiental de *Aprovechamiento sustentable*. Esta política se refiere a la utilización de los recursos naturales respetando la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte. El proyecto muestra compatibilidad con la política del Ordenamiento Ecológico Local, ya que este no realiza aprovechamiento directo de los recursos, además para su instalación requirió el despalme de vegetación con vocación natural, mismo que fue aprobado por las autoridades competentes. De la misma forma, la construcción del proyecto fue aprobada por las autoridades locales otorgándole en su momento al promovente la **Licencia de Construcción** (Anexo 3).

Por otra parte, el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Quintana Roo, considera esta área de *Equipamiento Regional (ER)*. Este uso se refiere al aprovechamiento del territorio fuera de los centros de población para el establecimiento de obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público y de inversión. Considerando lo anterior, la empresa provee un servicio de equipamiento regional para el uso y disfrute de los pobladores proporcionando un servicio de calidad y eficiencia en la distribución del gas l. p., así también, la empresa representa una alternativa económica del municipio, que en buena parte está consolidada por el sector turístico.

Aunado a lo anterior, la empresa cuenta con la **Constancia de uso de suelo** (Anexo 3) del predio, emitido por el H. Ayuntamiento de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en

donde se indica que la zona tiene condiciones de *Equipamiento Regional* y comprende el equipamiento urbano básico.

Por otro lado, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI 2017, Serie VI, la Planta incide en un área de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, reiterando que la vegetación secundaria es el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente, hecho que ya fue asentado previamente en la manifestación de impacto ambiental autorizada con antelación (Anexo 3). En el proyecto original se requirió un **Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF)** que fue autorizado (Anexo 3) por una superficie de 15,000.00 m² utilizando solamente 12,600 m² para las edificaciones civiles, sin afectaciones mayores a la vegetación remanente y manteniendo la misma en la superficie restante del predio arrendado por la empresa.

El uso de suelo aledaño al igual que el área del proyecto se reconoce con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y los asentamientos humanos más cercanos se localizan al Sur de la Planta. En las colindancias inmediatas no se desarrollan actividades ya que al Noreste, Noroeste y Suroeste colinda con el mismo terreno propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, y al Sureste en 90.00 metros colinda con avenida X'Mana. Hacia la parte urbana de la cabecera municipal Playa del Carmen se reconoce el tipo de uso de suelo de asentamientos humanos.

Cabe reiterar que en ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta, ya que el terreno que ocupa la misma no colinda con otros establecimientos comerciales cercanos (Figura I.1.5.).

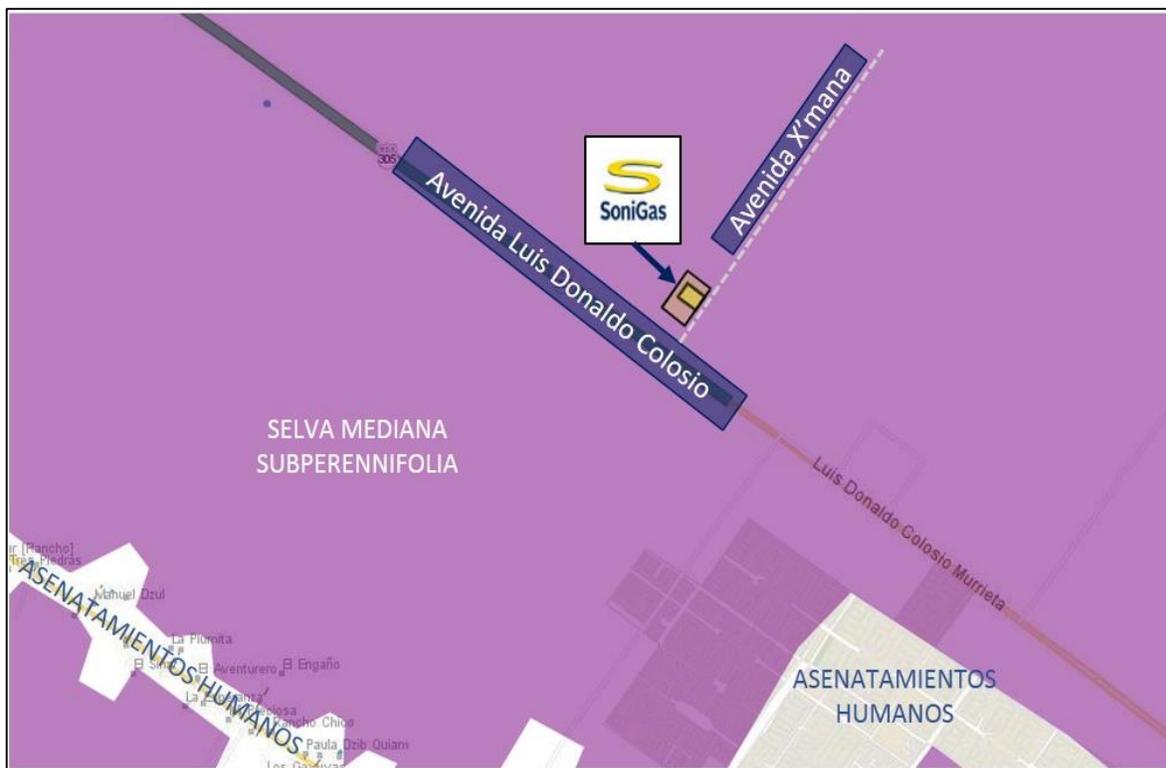


Figura I.1.5. Usos de suelo en el lugar del proyecto y en sus colindancias.

- Uso de los cuerpos de agua.

Actualmente se está gestionando el servicio de agua y drenaje con la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. Mientras tanto, el abastecimiento de agua en las instalaciones se realiza mediante la compra de pipas particulares, y el drenaje es llevado hacia una fosa séptica.

Dentro de la superficie del predio de la empresa, el área que no está ocupada por las instalaciones de la Planta y donde se mantiene conservada la vegetación del lugar, se localiza un cenote a unos 37 metros al Suroeste de la Planta midiendo a partir de la barda de la misma. Cabe mencionar que, dicho cenote con aproximadamente 30 m de diámetro, no es ni será intervenido en momento alguno. Tampoco se realiza la extracción del recurso hídrico para las actividades operativas de la Planta ni se realizará durante la modificación de la misma y su posterior operación con el aumento de capacidad planeado. Asimismo, de acuerdo al SIGEIA se identificó en el área el acuífero 3105 Península de Yucatán con disponibilidad.

Normas Oficiales Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto.

En virtud de la Normatividad que rigen las actividades de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, cuenta con el dictamen técnico **No. 009/PLA.001/EDO.Q.R./2019**, emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P., con número de registro UVSELP 036-C, donde se señala que el Proyecto cumple con los requisitos mínimos de seguridad establecidos en 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.

Asimismo, cabe destacar que el proyecto eléctrico cumple con la Normatividad aplicable **NOM-001-SEDE-2012** y está avalada por la Unidad de Verificación en materia de instalaciones eléctricas Ing. Jesús Ramos de la Rosa UVSEIE 297-A. Dictamen de verificación folio **No. UVSEIE 297-A-040-19**.

FENOMENOS CLIMATOLÓGICOS.

El riesgo climático o hidrometeorológico de una zona es la probabilidad que tiene un lugar de resultar afectado por la acción de fenómenos como precipitaciones pluviales intensas, granizadas, heladas, nieblas, tormentas eléctricas o vientos intensos. Depende no sólo de la frecuencia y magnitud con que se presente el fenómeno, sino también de la distribución espacial, naturaleza y elementos urbanos como falta de alcantarillado, socavones, estructuras defectuosas, crecimiento de asentamientos, entre otros que intensifican dichos fenómenos.

Los fenómenos climatológicos registrados presentes en el área del proyecto son los siguientes (Tabla I.1.2.):

Tabla I.1.2. Fenómenos climatológicos en el área del proyecto.

Fenómenos Hidrometeorológicos		
Meses	Días con lluvia	Niebla
Enero	7.7	0.0
Febrero	4.4	0.0
Marzo	3.8	0.0
Abril	3.7	0.0
Mayo	6.5	0.1
Junio	10.6	0.1
Julio	9.3	0.1
Agosto	9.6	0.1
Septiembre	14.5	0.1
Octubre	15.9	0.1
Noviembre	9.5	0.0
Diciembre	7.3	0.0

Fuente: SMN, Estación meteorológica 00023163 Playa del Carmen

En términos generales, el grado de peligrosidad de que ocurran ciertos fenómenos climatológicos en el área del proyecto se presenta a continuación (Tabla I.1.3.):

Tabla I.1.3. Fenómenos climatológicos presentes en el área del proyecto.

Fenómenos Hidrometeorológicos	Grado de peligrosidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Sequía			x		
Tormentas eléctricas				x	
Inundación	x				
Bajas temperaturas					x
Ondas cálidas					x
Ciclones tropicales	x				

Fuente: CENAPRED

Las sequías en el área del proyecto tienen un grado de peligrosidad medio según la escala del Atlas Nacional de Riesgos (2019) (Figura I.1.6.).



Figura I.1.6. Grado de peligrosidad por sequía en el área del proyecto.

La amenaza de tormentas eléctricas tiene un peligro bajo como se observa en la siguiente (Figura I.1.7.).



Figura I.1.7. Grado de peligrosidad por tormentas eléctricas en el área del proyecto.

Las inundaciones son fenómenos generados por el flujo de corrientes que sobrepasan las condiciones normales alcanzando niveles extraordinarios y difíciles de controlar a causa de la lluvia excesiva o de la inexistencia o defecto del sistema de drenaje. Las inundaciones pueden ser costeras, fluviales, lacustres y pluviales dependiendo del lugar donde se produzcan. Debidas las condiciones de su ubicación geográfica, el área del proyecto presenta un índice muy alto de peligro de inundación (Figura I.1.8.).

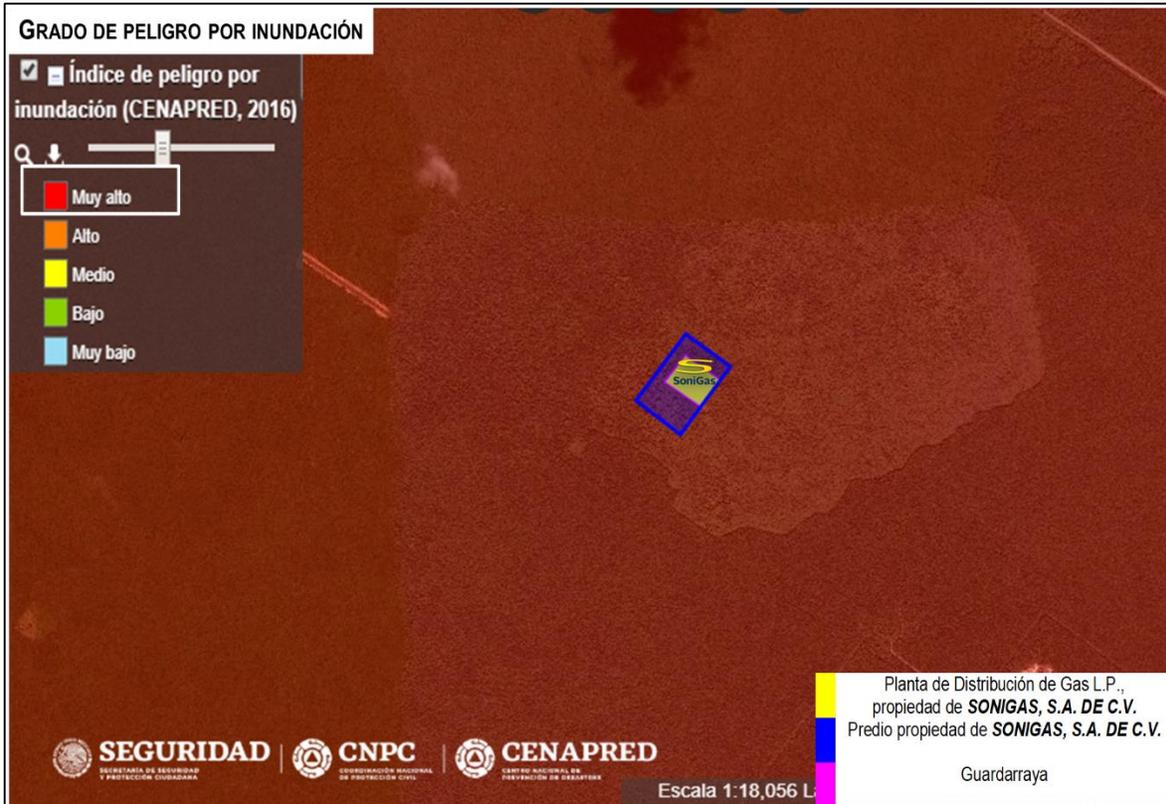


Figura I.1.8. Grado de peligrosidad por inundación en el área del proyecto.

En cuanto al grado de peligrosidad por bajas temperaturas y por ondas cálidas es muy bajo (Figura I.1.9.) y (Figura I.1.10.). Y en cuanto a los ciclones tropicales, el peligro por la presencia de este fenómeno es muy alto dado que el proyecto se encuentra en zona tropical (Figura I.1.11.).

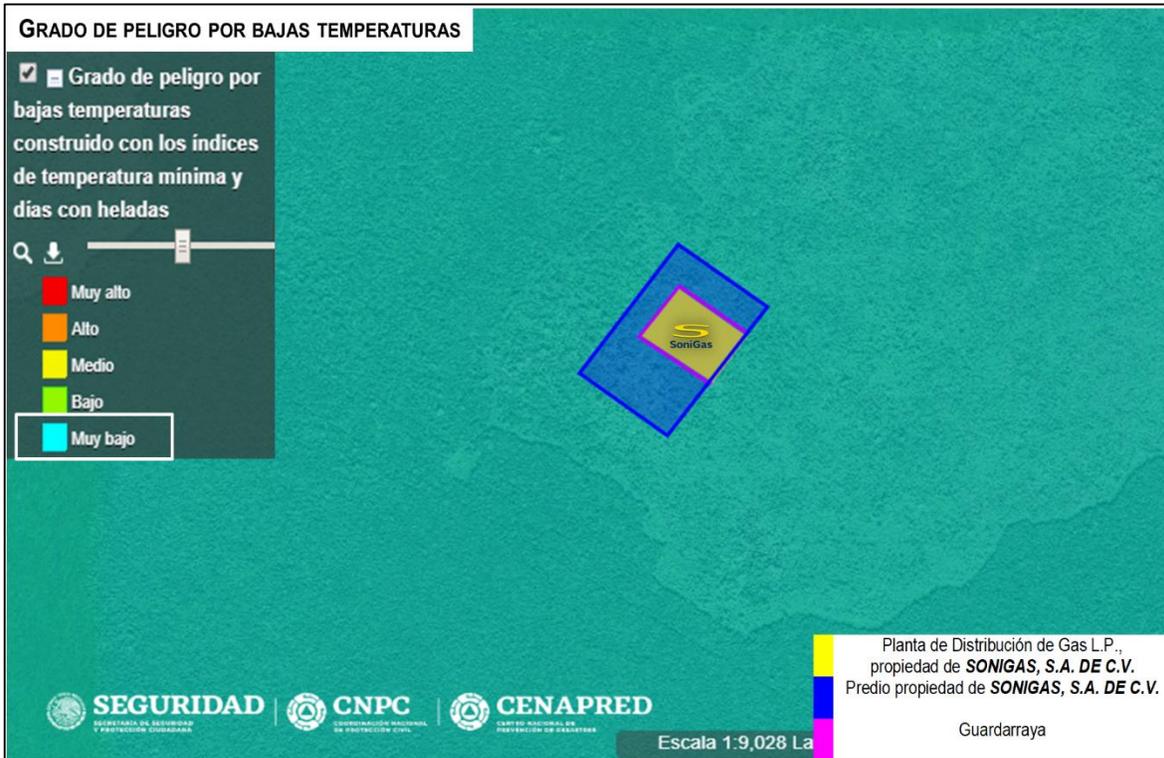


Figura I.1.9. Peligro por bajas temperaturas en el área del proyecto.

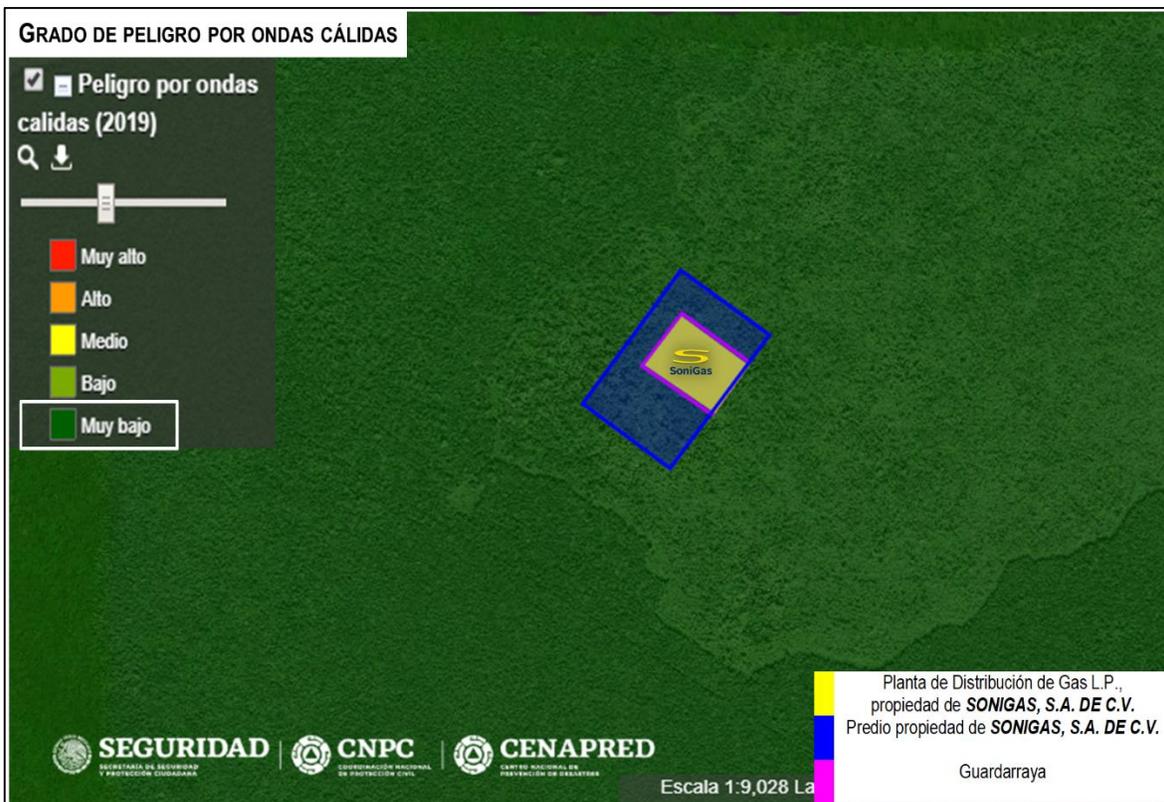


Figura I.1.10. Peligro por ondas cálidas en el área del proyecto.

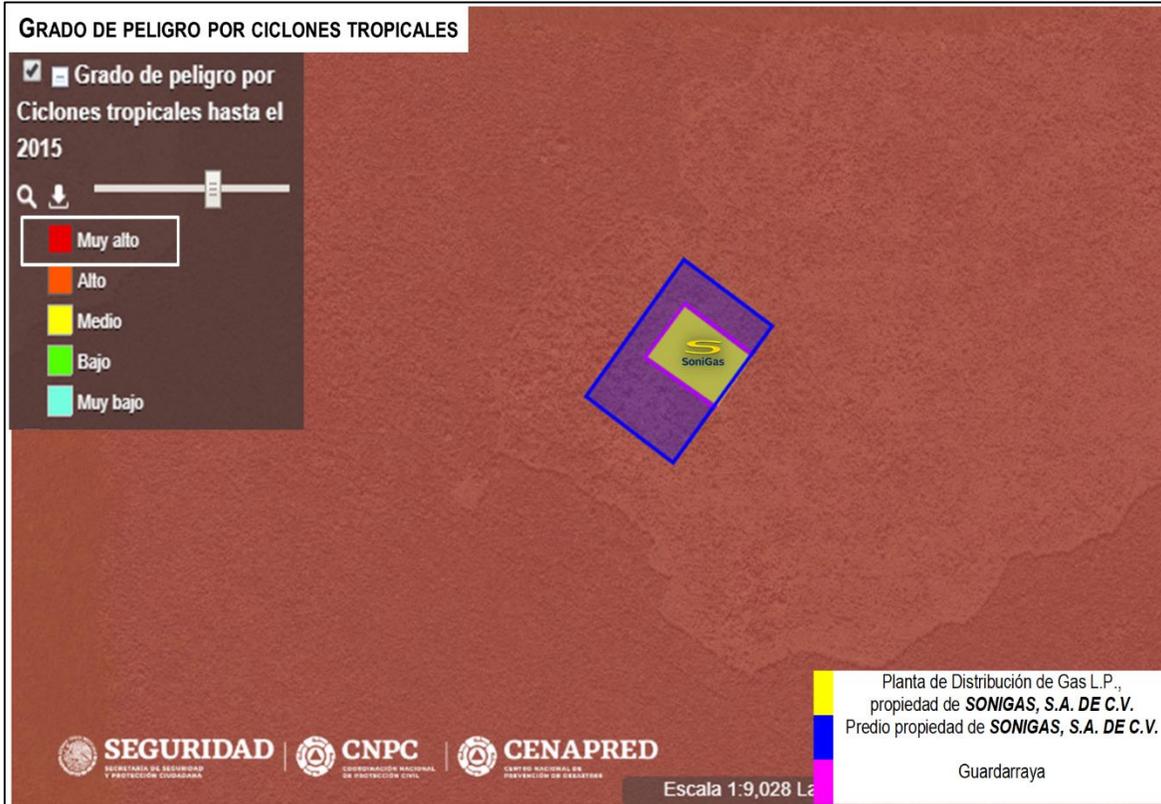


Figura I.1.11. Peligro por ciclones tropicales en el área del proyecto.

Los fenómenos climatológicos de mayor relevancia en el área del proyecto son los huracanes y los Nortes; siendo los primeros originados en la región del Atlántico y el Caribe por el calentamiento de las aguas marinas en el período de mayo a noviembre cuando los rayos solares inciden perpendicularmente en la esfera terrestre. La actividad ciclónica también es influida por la variabilidad inducida en la temperatura por el fenómeno de El Niño (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías).

Por otra parte, los “Nortes” son masas de aire frío continental que se cargan de humedad en su paso por el Golfo de México hacia el Sur y generan condiciones lluviosas, acompañadas de fuertes vientos.

FENOMENOS GEOLÓGICOS.

En general, la zona no es susceptible de presentar riesgos geológicos, no se encuentra cerca de volcanes activos o de fallas, no presenta registro histórico de hundimientos, presenta una baja susceptibilidad de laderas inestables (Figura I.1.12.) y se localiza en la zona A de la regionalización sísmica el país (Figura I.1.13.), es decir que tiene un peligro bajo de sismicidad.

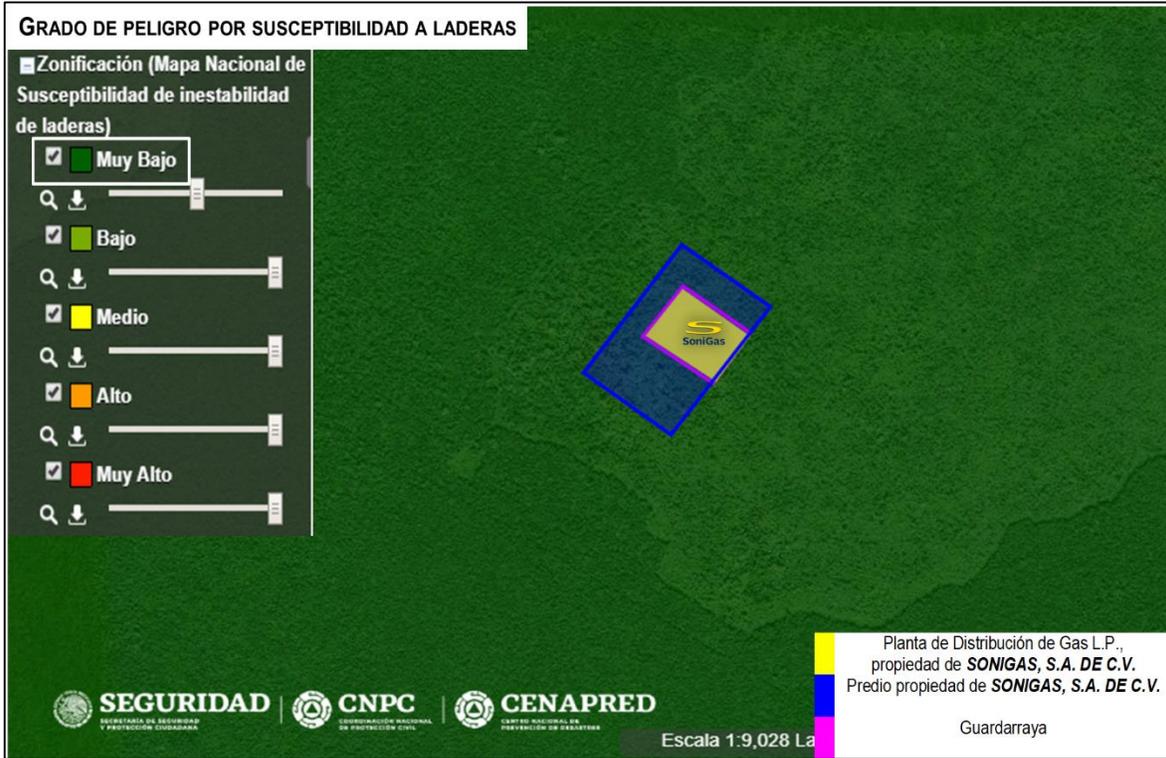


Figura I.1.12. Susceptibilidad de laderas en el área del proyecto.

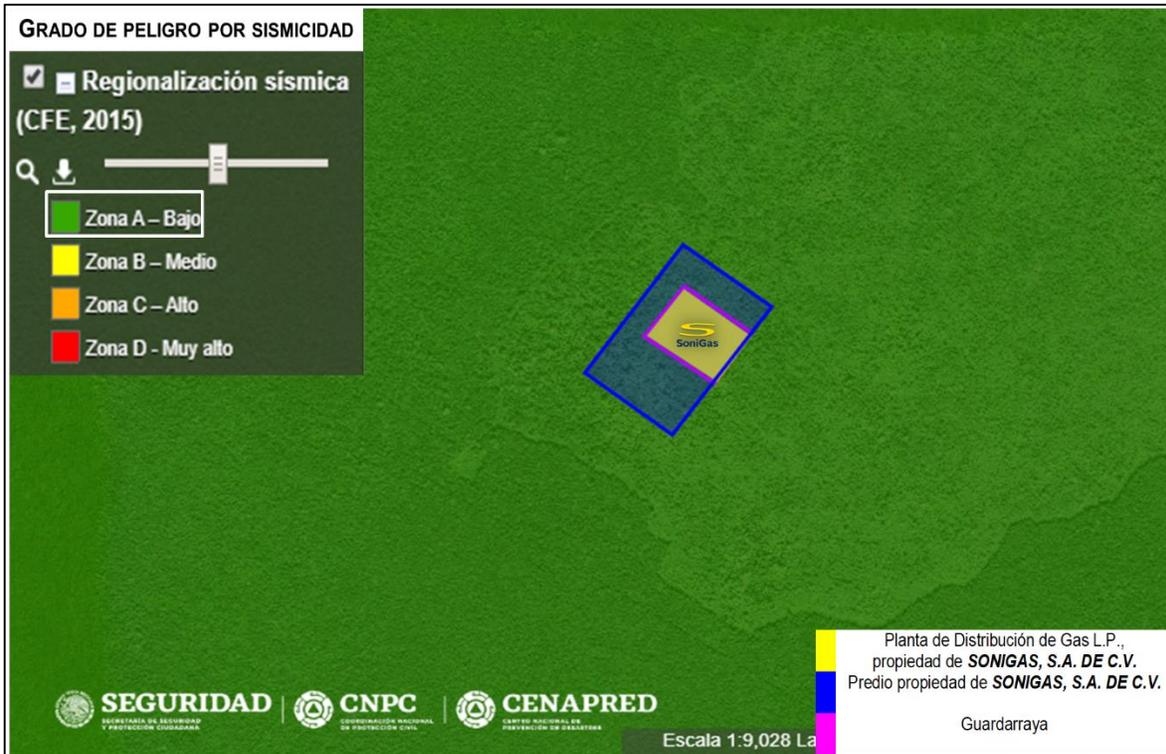


Figura I.1.13. Peligro por sismicidad en el área del proyecto.

SELECCIÓN DEL SITIO.

Los criterios aplicados para la selección de sitio fueron expuestos de manera inicial cuando se solicitó la aprobación del proyecto original. Por tal motivo dichos criterios no resultan aplicables en este estudio, sin embargo, se presentan las condiciones ambientales actuales, así como una serie de criterios técnicos y socioeconómicos que sustentan las modificaciones pretendidas por el promovente.

Criterios técnicos.

- ☞ Suministro oportuno, eficiente y seguro de Gas L.P.
- ☞ Área específica para operar.
- ☞ Las colindancias inmediatas que envuelven las instalaciones son el predio propiedad de la empresa.
- ☞ Los materiales constructivos utilizados son en su totalidad incombustibles.
- ☞ Las áreas de la Planta permanecen limpias y despejadas de materiales de rápida combustión y objetos ajenos a la operación.
- ☞ En un radio de 100 metros a partir de la tangente de los recipientes de almacenamiento no se ubican almacenes de combustibles, de explosivos, escuelas, hospitales o centros de reunión.
- ☞ Se cuenta con dictamen en conformidad con NOM-001-SESH-2014 vigente.
- ☞ El sistema contra incendio es inspeccionado periódicamente para corroborar que su funcionamiento sea correcto.
- ☞ No se localizan líneas de alta tensión o conducción de hidrocarburos aéreas o subterráneas en el predio.
- ☞ Oficio de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales No. ASEA/UGI/DGGOI/0360/2016, para una superficie de 15,000 m², para la instalación del proyecto inicial.
- ☞ Las actividades o uso de suelo en las colindancias son compatibles con las actividades de la Planta, contando con la constancia de uso de suelo del municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo.
- ☞ Los accesos son de fácil ubicación.

Criterios económicos.

- ☞ Las adecuaciones a las instalaciones proveerán de empleo temporal a pobladores y sectores específicos.
- ☞ Abastecimiento del combustible en esa delimitación geográfica.

- ☞ La adquisición de los materiales a utilizarse en las modificaciones generará derrama económica.
- ☞ La vialidad del acceso al proyecto es de reciente creación misma que reduce el tiempo de recorrido entre Mérida y la Riviera Maya, los semirremolques de la empresa no atraviesan por zonas turísticas.
- ☞ La ubicación de la Planta, las vialidades conducen hacia el centro de Playa del Carmen y la autopista del Mayab.
- ☞ Servicios básicos para el funcionamiento.
- ☞ Zona apta para comercializar Gas L.P.
- ☞ Estimulación y competitividad económica a largo plazo.
- ☞ Las modificaciones responderán a la necesidad de la ampliación de la demanda del combustible en la región.
- ☞ El Gobierno del Estado promueve esta zona para crecimiento urbano.

Criterios ambientales actuales.

- ☞ El sitio se ubica fuera de las áreas pobladas de la ciudad de Playa del Carmen.
- ☞ Se conserva el 70% del total del predio en condiciones naturales.
- ☞ El proyecto se ubica en la zona de influencia del ANP Federal Caribe Mexicano, no obstante, las actividades pretendidas para la modificación del proyecto no generarán impactos negativos en la integridad del ANP.
- ☞ Se ubica en la Región Hidrológica Prioritaria Corredor Cancún - Tulum

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

Diseño.

La información que conforma la *Memoria Técnico Descriptiva* de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es resultado de la aplicación de los lineamientos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha 31 de octubre de 2014 así como la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación** publicada el 22 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

Superficie del terreno.

El terreno que ocupa la Planta tiene una forma regular con una superficie de 12,600 m².

Ubicación, colindancias y actividades.

a) Ubicación:

La Planta se encuentra ubicada en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001001, Manzana 001, Lote 001 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

b) Colindancias:

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

- Al Noreste en 140.00 con terreno propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, sin actividades (franja guarda corta fuego).
- Al Sureste en 90.00 metros, con Avenida X'Mana.
- Al Noroeste en 90.00 metros, con terreno propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, sin actividades (franja guarda corta fuego).
- Al Suroeste en 140.00 metros, con terreno propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, sin actividades (franja guarda corta fuego).

c) Actividades que se desarrollan en las colindancias:

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

Además, dentro de un radio de 100.00 metros a partir de las tangentes de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P., no se encuentra ningún almacén de combustible externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuela, hospital, iglesia o lugar de reunión.

Dentro de un radio de 30.00 metros a partir de las tangentes de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P., no se encuentran recipientes de almacenamiento de otras Plantas de Distribución, depósito o suministro propiedad de terceros.

Dentro de un radio de 15.00 metros medidos a partir de las tangentes de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P., no se encuentran recipientes de almacenamiento de una Estación de Gas L.P. para Carburación.

Urbanización.

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

Edificios.

a) Edificios.

Las construcciones destinadas para oficinas generales, servicios sanitarios, taller mecánico, área de residuos, área de lavado, almacén de llantas, refacciones, bodega y taller de mantenimiento de recipientes transportables se localizan por el lindero Suroeste del terreno de la Planta; las construcciones destinadas para cocineta, vigilancia, cuarto de tablero eléctrico y cuarto de generador eléctrico, se localizan por el lindero Sureste del terreno de la Planta; la construcción destinada para sala de capacitación, cisterna y cuarto de bombas de sistema contra incendio, se localizan por el lindero Noreste; los materiales con que están construidas son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas.

b) Bardas y/o delimitación del predio.

El terreno que ocupa la Planta se tiene delimitado por sus linderos Noreste, Sureste, Noroeste y Suroeste, con barda de block de concreto de 3.00 metros de altura.

c) Accesos.

Por el lindero Sureste del terreno que ocupa la Planta, se cuenta con dos puertas; una de 8.00 metros de ancho, la cual es utilizada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa, y la otra puerta de 10.00 metros de ancho, es usada como salida de emergencia; las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.

d) Estacionamiento.

La zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localiza por los linderos Noreste y Noroeste del terreno de la Planta; 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 ya estacionados. El piso es a base de asfalto y cuenta con la pendiente adecuada para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia.

Techos o cobertizos para vehículos.

La Planta cuenta con un cobertizo para estacionamiento de vehículos de personal de oficinas (lindero Sureste).

Talleres.

La Planta cuenta con taller de servicio mecánico que se ubica por el lindero Suroeste; dicho taller está habilitado para realizar reparaciones menores y dar servicio de mantenimiento a los vehículos de reparto; en la esquina trasera que hacen los linderos Suroeste y Noroeste se cuenta con un taller de mantenimiento de recipientes transportables (mantenimiento de válvulas y pintura).

Zonas de protección.

La protección de la zona de almacenamiento es por medio de muretes de concreto armado de 1.00 metros de ancho x 0.20 metros de espesor y 0.60 metros de altura; las bombas se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento, el compresor se encuentra en una plataforma de concreto (isleta) a 0.60 de altura y tienen las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia y cumplen además con las distancias mínimas reglamentarias.

Muelle de llenado.

El muelle de llenado se localiza por el lado Sureste de los recipientes de almacenamiento, encontrándose la primera llenadora a una distancia de 15.80 m del recipiente No.1. está 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 formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

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. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total:	14.20 m
Ancho:	13.50 m
Altura del piso:	1.20 m
Altura del techo:	2.80 m
Superficie:	191.70 m ²

Zona de revisión de recipientes transportables.

Dentro del muelle de llenado de recipientes transportables se localiza por el lado Noreste, el área destinada para la revisión de recipientes transportables, la cual tiene una superficie de 9.00 m², siendo un rectángulo de 3.00 m x 3.00 m el cual se encuentra delimitado mediante una raya discontinua de pintura de color amarillo de 0.12 m de ancho.

En esta zona se revida el estado físico de los recipientes transportables antes de ser conducidos para su llenado.

Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.

Por el lindero Noreste de la Planta, aun costado del cuarto de bombas contra incendio, se ubica la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la cual tiene una superficie de 9.00 m², siendo un cuadrado de 3.00 m de lado, el cual se encuentra delimitado mediante una raya discontinua 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 por medio de postes metálicos de 4" de diámetro, separados 1.00 metros entre sí, y ahogados en concreto.

Servicio de sanitarios.

- a) Es una sección de la construcción que se tiene por el lado Sureste del terreno de la Planta, se localizan cuatro servicios sanitarios para el personal de oficinas, constando dos de ellos de taza y lavabo, uno con taza, lavabo y mingitorio para hombres, y otro con dos tazas y lavabo para mujeres. Por el mismo lindero Suroeste de la Planta, se localizan los servicios sanitarios para el personal operativo, constando de tres regaderas, cinco tazas, tres lavabos y dos mingitorios corridos, mimos que están construidos en su totalidad con materiales incombustibles y en sus dimensiones se aprecian en el plano general anexo a esta memoria. Para el abastecimiento de agua a los servicios se cuenta con una cisterna de capacidad apropiada.
- b) El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% descargando a la fosa séptica, ubicada por el lado Suroeste del terreno y dentro del área operativa de la Planta.

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

Nivel de domos de los recipientes de almacenamiento.

Las zonas de líquido de los cuatro recipientes de almacenamiento se encuentran interconectadas, por lo tanto, los domos de los recipientes de almacenamiento están nivelados con una tolerancia máxima de $\pm 2\%$ del diámetro exterior de cualquiera de los recipientes de almacenamiento.

Escaleras y pasarelas metálicas.

A un costado de los recipientes de almacenamiento, se tiene una escalera metálica vertical con protección "marina" (para evitar la caída de las personas que la utilicen), para tener acceso a la parte superior de los mismos. También se cuenta con una escalera metálica al frente de cada recipiente y barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso de lectura del instrumental de medición de control.

I.1.2. PROYECTO MECÁNICO.

El proyecto incluye los siguientes elementos para realizar sus actividades, los cuales serán limitados a realizar el trasvase o transferencia de Gas L.P., de un recipiente a otro, es decir operaciones de *trasiago*; por lo que a continuación se presentan las características de los recipientes de almacenamiento, así como de los equipos que serán empleados.

Recipientes de almacenamiento.

- a) Esta Planta cuenta con cuatro recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) Se tienen montados sobre bases de concreto armado, de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación; entre la placa de refuerzo y la base, se utilizó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
- c) Cuentan con una zona de protección constituida por muretes de concreto armado de 1.00 metros de ancho x 0.20 metros de espesor y con una altura de 0.60 metros sobre el nivel del piso terminado, existiendo una separación de 1.00 metros entre muretes.
- d) Los recipientes tienen a una altura de 2.30 metros (R-1 y R-2), 2.02 (R-3 y R-4) medidos de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.
- e) A un costado de cada recipiente se tiene una escalera metálica vertical con protección "marina" (para evitar la caída de las personas que la utilicen), para tener acceso a la parte superior de los mismos; también se cuenta con una escalera metálica al frente de cada recipiente, que es de plano inclinado con barandal pasamanos, con plataforma metálica y barda perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental y control.
- f) Los recipientes, escaleras y pasarelas metalizas 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 epóxico catalizar tipo R.P. 680.
- g) Los recipientes instalados cuentan con las siguientes características:

Fabricados por:	No. 1 TATSA	No.2 TATSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en Lts. de agua:	250,000	250,000
Año de fabricación:	01-2016	01-2016
Diámetro exterior:	3.38 m	3.38 m
Longitud total:	29.84 m	29.84 m
Presión de trabajo:	14.00 kg/cm ²	14.00 kg/cm ²
Factor de seguridad:	4	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Eficiencia:	100%	100%
Espesor lamina cabezas:	9.90 mm	9.90 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612	SA-612
Coples:	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
No. De serie:	TP-2224	TP-2235
Tara:	46,038 kg	46,038 kg

Fabricados por:	No. 3 y 4 ARCOSA INDUSTRIES DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en Lts. de agua:	378,500	378,500
Año de fabricación:	2019	2019
Diámetro exterior:	3.66 m	3.66 m
Longitud total:	37.99 m	37.99 m
Presión de trabajo:	14.00 kg/cm ²	14.00 kg/cm ²
Factor de seguridad:	4	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas.	Semiesféricas.
Eficiencia:	100%	100%
Espesor lamina cabezas:	9.90 mm	9.90 mm
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Espesor lamina cuerpo:	18.40 mm	18.40 mm
Material lamina cuerpo:	SA-612	SA-612
Coples:	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
No. De serie:	TP-2352	TP-2339
Tara:	67,700 kg	67,700 kg

h) Cada recipiente contiene además de los siguientes accesorios:

Recipientes No. 1 y 2. Capacidad de 250,000 litros.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Cuatro válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (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 retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 2,512 m³/hr (88,700 ft³/hr) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de cada tanque, cuentan con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

Recipientes No. 3 y 4. Capacidad de 378,500 litros.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Tres válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212PA.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas contarán con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior de cada tanque, contarán con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

Maquinaria.

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

a) Bombas.

Numero:	1 y 2	3	4 y 5
Operación básica:	Llenado de cilindros	Carburación	Carga de auto-tanques
Marca:	BLACKMER	BLACKMER	BLACKMER
Modelo:	LGL3E	LGL2E	LGL3E
Motor eléctrico:	10 C.F.	5 C.F.	10 C.F.
RPM:	640	640	780
Capacidad nominal:	378 LPM	189 LPM	606 LPM
Presión diferencial de trabajo (máx):	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²	3 kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm de diámetro	51 mm de diámetro	76 mm de diámetro
Tubería de descarga:	76 mm de diámetro	51 mm de diámetro	76 mm de diámetro

b) Compresor.

Número:		1
Operación básica:	Descarga de semirremolques	
Marca:	BLACKMER	
Modelo:	LB-601	
Motor eléctrico:	25 HP	
RPM:	780	
Capacidad nominal:	1,177 LPM (311 GPM)	
Desplazamiento:	91.6 m ³ /hr (53.9 FM)	
Radio de compresión:	1.49	
Tubería de gas-líquido:	101 mm de diámetro (4"), 76 mm (3") de diámetro	
Tubería de gas-vapor:	76 mm de diámetro (4"), 51 mm (3") de diámetro	

Las bombas se encuentran ubicadas dentro de la zona de protección de los recipientes de almacenamiento y en una plataforma de concreto de 0.60 m de altura (isleta), se encuentra el compresor, y además cumple con las distancias mínimas reglamentarias.

Las bombas y el compresor, junto con sus motores, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresor, son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles, y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema genera de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, está a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel de piso terminado.

Controles manuales, automáticos y de medición.

a) Controles manuales.

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/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 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1,2 4 y 5, y de 25 mm (1") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-líquido excedente a los tanques de almacenamiento; este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencia y esta calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 Lb/in²).

c) Controles de medición:

Anteriores a las tomas de suministro y de carburación, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los tanques de los auto-tanques y de los tanques de carburación montados en los vehículos propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	Tomas de suministro	Toma de carburación
Marca:	Neptune	Neptune
Tipo:	4D	4D
Diámetro de entrada y salida:	51 mm	32 mm
Capacidad:	380 LPM (100 GPM) máx. 78 LPM (20 GPM) min.	114 LPM (30 GPM) máx. 19 LPM (5 GPM) min.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm ²	24.6 kg/cm ²
Registro Modelo:	Electrónico	Electrónico

Tuberías y conexiones.

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cedula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², y donde existen accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 kg/cm² y con una tubería de acero cedula 80 son 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	
	Líquido	Retorno de Vapor líquido
De tanque a tomas de recepción	101,76 y 51 mm	- 51 y 32 mm
De tanque a tomas de suministro	151,101,76 y 51 mm	51 mm 51, 32 y 19 mm
De tanque a múltiple de llenado	101 y 76 mm	51 mm -
De tanque a toma de carburación	152,76,51,32 y 25 mm	- 19 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se 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, cuentan con tuberías 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 epóxico catalizador tipo R.P. 680.

Muelle de llenado de recipientes transportables.

Se cuenta con dos múltiples de llenado construidos con tubería de acero cedula 40, para alta presión de 76 mm (3") de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm². De cada múltiple se derivan dos bajas en uno y una en otro de 51 mm (2") que terminan en un tramo de tubería horizontal con cuatro salidas de 13 mm (1/2") cada uno, para habilitar la conexión para el llenado de recipientes transportables. Una de las bajadas de uno de los múltiples termina en brida ciega. Los tubos que contienen arreglos para el llenado de los recipientes transportables, se tienen a una altura de 1.20 metros del piso del muelle y están fijos al piso de concreto por medio de soportes especiales. Los múltiples de llenado de los cilindros constan de doce salidas de gas líquido (cada múltiple), acondicionadas cada una con válvula de globo de cierre manual, válvula solenoide, manguera de trasiego y válvula de cierre rápido con punta Pol en el extremo libre de esta.

Los múltiples de llenado cuentan además con una válvula de seguridad para el alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 17.52 k/cm² (250 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 1/2") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión.

Basculas de llenado y de repeso.

a) Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas doce basculas del tipo 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; estas basculas están conectadas para su mejor protección, al sistema general de "tierra"; para control del llenado de los recipientes transportables se cuenta con equipos automáticos eléctricos electrónicos de llenado del tipo Troya, los cuales cuenta con una válvula de 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 del tipo plataforma con caratula digital de lectura automática, para repeso de recipientes transportables, e igualmente conectada a "tierra" y 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 de diámetro.
- Un conector especial para el llenado (punta Pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

d) Sistema para el vaciado de gas de los cilindros.

Esta Planta cuenta con un sistema para el vaciado de gas de los cilindros portátiles, el cual consta de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado, contando con los aditamentos necesarios.

Consta además de un múltiple de tres salidas, conectadas al tanque antes mencionado, y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicando todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de gas, es de acero cedula 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 1/4") de diámetro. Los accesorios existentes 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 presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

Área de colocación de sello de garantía.

A un costado del aula de capacitación, se encuentra el área de sellado de los recipientes transportables, que es un espacio libre de cualquier otra operación.

La colocación del sello de garantía en los recipientes, se realiza mediante la aplicación de aire caliente.

Tomas de recepción, suministro y carburación.

Las tomas de recepción están localizadas por el lado Suroeste del recipiente de almacenamiento No.1, y para su mejor protección se encuentran sobre una isleta de plataforma de concreto de 0.60 m de altura, estando dichas tomas a una distancia de 12.77 metros del recipiente.

Las tomas de suministro están localizadas por el lado Noroeste de los recipientes de almacenamiento, y está a una distancia de 5.50 metros del recipiente No.3. La toma de suministro de carburación se localiza en esta misma zona a una distancia de 7.30 metros del recipiente No.1.

a) Toma de suministro.

Para la carga de auto-tanques, se cuenta con dos juegos de tomas instaladas dentro de la zona de protección del área de almacenamiento, constanding cada una, de una boca terminal de 51 mm de diámetro (2") para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal; además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm de diámetro (1/4") de diámetro para conducir gas-vapor.

Las tomas de suministro de auto-tanques, 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 las tomas y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).

En la toma para gas-líquido se cuenta con 2 válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, 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 dos juegos de tomas instaladas sobre una isleta de plataforma de concreto de 0.60 m de altura; están localizadas a una distancia de 12.77 metros del recipiente No.1, constanding de dos bocas terminales de 51 mm de diámetro (2") para conducir gas-líquido la que se ensancha a 76 mm de diámetro (3") y

posteriormente se ensancha a 101 mm de diámetro (4"), además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm de diámetro (1 ¼") para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm de diámetro (2").

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., 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 una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla.

En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control con actuador neumático, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

c) Toma de carburación de auto-consumo.

Para la carga de tanques 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, que realiza el llenado por medio de la bomba No.3, teniéndose para esto, una boca terminal de 25 mm de diámetro (1") acondicionada con manguera especial para conducir Gas L.P.

La toma de carburación de auto-consumo, 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).

En la toma para gas-liquido se cuenta con tres válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola y una válvula solenoide, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene.

d) Tuberías.

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

e) Mangueras.

Todas las mangueras que se encuentran instaladas para conducir Gas L.P., son esenciales para este ducto, construidas con hule neopreno y doble malla de cuerda de nylon, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P.

Están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Se cuenta con manguera en las tomas de recepción, suministro y carburación, quedando todas ellas protegidas contra incendios 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 quedarán fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico anclado al piso, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a “tierra” de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.

Los puntos de fractura entre el marco metálico y la manguera de trasiego, están habilitados mediante válvulas de desprendimiento (pull-away) que se instalan en los marcos metálicos de soporte de las tomas.

I.1.3. PROYECTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Lista de componentes del sistema.

- a) Extintores.
- b) Extintor de carretilla.
- c) Extintor de CO₂.
- d) Accesorios de protección.
- e) Alarma.
- f) Comunicaciones.
- g) Manejo de agua a presión.
- h) Entrenamiento de personal.

Descripción de los componentes del sistema.

- a) Extintores.

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio, se tendrán 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 estarán colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 metros medidos del NPT a la parte más alta del exterior, señalándose donde estén ubicados de acuerdo a las Normas vigentes. Adicionalmente se tendrá en el área de almacenamiento un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, 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 estarán sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas. Los extintores de 9 kg de PQS estarán ubicados en los lugares siguientes:

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Toma de carburación de autoconsumo	1
Tomas de suministro	2
Zona de almacenamiento	8
Bombas para agua contra incendio	1
Bombas de trasiego de Gas L.P.	5
Compresor de Gas L.P.	1
Generador de energía eléctrica	1
Almacenes	2
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o auto-tanques.	12
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta de distribución.	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Muelle de llenado de recipientes transportables	4
Caseta de vigilancia	1
Oficinas	4
Comedor	1
Taller mecánico automotriz	2
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	1
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	1
Bodegas	1

b) Extintor de carretilla.

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

c) Extintor de CO₂.

Se cuenta con un extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg., para protección del tablero eléctrico de bombas y compresores de Gas L.P.; y se cuenta con un extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg., para protección del tablero eléctrico de bombas para agua contra incendio.

d) Accesorios de protección.

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los 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 incendio. Los trajes de bombero estarán dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo en el cuarto contra incendio.

Se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada está 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 127V.

f) Comunicaciones.

Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifica los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencia 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 las ayudas públicas 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 122.5 m³ de agua con las siguientes medidas: Planta 7.00 x 7.00 metros y profundidad de 2.50 m este recinto se encuentra subterráneo, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros su llenado se realiza a base de pipas.

2. El cuarto de equipo contra incendio está construido a un costado de la cisterna con dimensiones interiores en Planta de 7.00 x 4.50 metro y altura de 2.50 metros bajo el nivel de piso, cuenta con acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- Una bomba acoplada a motor de combustión de 86 HP y gasto de 4,500 LPM a 6 kg/cm² de presión.
 - Una bomba acoplada a motor eléctrico de 75 HP y gasto de 4,500 LPM a 6 kg/cm² de presión.
3. Red distribuidora, construida con tubo de Polietileno de alta densidad, clase 14.25 kg/cm² accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 kg/cm². Esta tubería se tiene instalada en forma visible y subterránea a 1.00 de profundidad; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 152 mm (6") de diámetro.

Este sistema se 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 enfriamiento de los recipientes, se cuenta con válvula de compuerta de accionamiento manual de 152 mm (6") de diámetro.
- La tubería es de acero al carbón cedula 40, en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado para los recipientes:

- Los recipientes cuentan con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba, que se derivan de una tubería central longitudinal.
- Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo de los recipientes, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.
- El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas para recipiente No.1 y recipiente No.2, para los recipientes No. 3 y 4 102 boquillas cada uno.
- Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3 kg/cm².

5. Válvulas del sistema de aspersion.

Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersion de agua de cada recipiente de almacenamiento, se localiza al centro del lindero Noreste de la Planta, cercanas a la barda límite del predio. La operación de estas válvulas se realizará de manera manual local, y están identificadas mediante un rotulo, que indica a que recipiente alimenta.

6. Toma siamesa.

La toma siamesa para bomberos se localiza por el lindero Noreste de la Planta; 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 GPM.

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

h) Entrenamiento de personal.

Se impartieron cursos de entrenamiento del personal, que abarcaron 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 recipientes.
- Ahorro de agua.

b) Mantenimiento general.

- Puntos a revisar.
- Acciones diversas y su periodicidad.
- Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- Mantenimiento correctivo.

Rótulos de prevención y pintura.

Pintura de los recipientes de almacenamiento.

- Los recipientes de almacenamiento se tendrán pintados de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también 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.

- El murete de concreto armado que constituye la zona de protección del área de tomas de recepción, muelle de llenado, maquinaria y tomas de suministro y carburación, 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.

- Todas las tuberías están pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: color blanco las conductoras de gas-liquido, blanco con banda de color verde las que retornan gas-liquido a los recipientes de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los conductores eléctricos, tojas las que conducen agua del sistema contra incendio y azul de aire comprimido.
- En el recinto de la Planta se tienen instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros y/o pictogramas con las siguientes leyendas (Tabla I.1.3.1.).

Tabla I.1.3.1. Distribución de letreros.

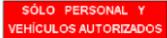
LETRERO	ROTULO	LUGAR
“ALARMA CONTRA INCENDIO”		Interruptores de alarma.
“PROHIBIDO ESTACIONARSE”		Cuando aplique en puertas de acceso de vehiculos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.
“PROHIBIDO FUMAR”		Área de almacenamiento y trasiego.
“HIDRANTE”		Junto al hidrante.
“EXTINTOR”		Junto al extintor.
“PELIGRO, GAS INFLAMABLE”		Toma de recepción, Toma de suministro, Toma de carburación de autoconsumo y uno por cada lado de la Zona de Almacenamiento
“SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS”	 	Accesos a la planta de distribución, zonas de almacenamiento y trasiego .
“SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO”		Zonas de Almacenamiento, Trasiago y Estacionamientos para Vehículos de la Empresa.
“LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS”	LETRERO	Tomas de recepción, suministro y carburación
“CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS”	LETRERO	Como mínimo en la entrada de la planta de distribución y zona de almacenamiento.
“SALIDA DE EMERGENCIAS”		En el interior y exterior de las puertas.
“PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA”	LETRERO	Zona de trasiego, almacenamiento y de circulación.

Tabla I.1.3.1. Distribución de letreros.
(Continuación)

LETRERO	ROTULO	LUGAR
“RUTA DE EVACUACIÓN”		Varios (verde, con flechas y letras blancas).
“VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H”		A la entrada de la planta de distribución y zona de circulación.
“PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO”	LETRERO	De acuerdo al proyecto contra incendio.
“VÁLVULAS DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA”	LETRERO	Junto a la válvula.
“GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO”		Junto a gabinete.
“BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR”	LETRERO	Junto a la válvula de paro de emergencia.

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.** – se ubica en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donald Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

Desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (**GLP**) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del **GLP** a través de operaciones de *trasiego*. Este sistema de *trasiego* se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una Planta de Distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples de los recipientes de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las 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 los elementos primordiales:

- **Semirremolque:** Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente de almacenamiento para contener Gas L.P., utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.
- **Recipiente de almacenamiento:** Recipiente no transportable para almacenamiento de Gas L.P., a presión, instalado permanentemente en una planta destinada a la distribución.
- **Auto-tanque:** Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no transportables para contener Gas L.P., utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de *trasiego*.
- **Múltiple de llenado:** Parte del sistema de *trasiego* localizado en el muelle de llenado para recipientes transportables y que tienen instaladas varias llenaderas de recipientes transportables.
- **Toma:** Parte integrante de la tubería rígida de la Planta de Distribución, localizada junto al soporte de toma, que cuenta con válvulas de control y seguridad, así como con boca de toma, utilizadas en las operaciones de *trasiego*.
- **Recipiente transportable:** Envase utilizado para contener Gas L.P., a presión y que, por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la distribución.

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

Procedimiento de descarga de semirremolques:

- Al inicio de turno el personal de descarga revisará el espacio disponible de los tanques de almacenamiento y lo registrará.
- Al llegar a la *instalación*, el **semirremolque** se dirigirá a la toma de recepción-suministro, donde será recibido por el personal operativo. El operador revisará el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque para enterarse de la cantidad de **GLP** contenido en este; también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- Indica al chofer del **semirremolque** donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- En la línea del tanque hasta la toma de recepción-suministro se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionará el interruptor que pone a funcionar el compresor.
- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción y periódicamente verifica el contenido restante en el **semirremolque** mediante el dispositivo de medición instalado en el semirremolque, hasta que alcance el valor de cero.
- En cuanto dicho dispositivo marque cero, el descargador apagará el compresor.
- Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y las retirará de la unidad.
- Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.

- Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informará al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

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

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

- Verifica que las llaves de encendido del motor del **auto-tanque** no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el por ciento de gas que tiene el **auto-tanque** (contenido sobrante con el que regresó de ruta).
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el **auto-tanque**, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto-tanque, para que éste alcance el 90% de su capacidad.
- Colocará la palanca indicadora del medidor de nivel que se desee y dejará la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.
- Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.
- Establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo **auto-tanque** por llenar.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el **auto-tanque**, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el **auto-tanque**, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Oprime el botón energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado verifica que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de **auto-tanque**.
- Retira las calzas de las llantas del **auto-tanque**. Revisará en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas.

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

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

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

Procedimiento de llenado de vehículos de reparto en toma de carburación de autoconsumo exclusivo de la Planta de Distribución de Gas L.P.:

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

- El vehículo se estacionará junto a la toma de suministro y el conductor apagará todo sistema de uso eléctrico, se le colocarán cuñas, tierra estática y la manguera de carga al vehículo. Se dotará de combustible hasta el 85%, se desconectarán los accesorios instalados y posteriormente será retirada la unidad.
- El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones de este
- 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 está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible con la máquina apagada el combustible está 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.

En la (Figura 1.2.1.) se observa el diagrama de bloques del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**

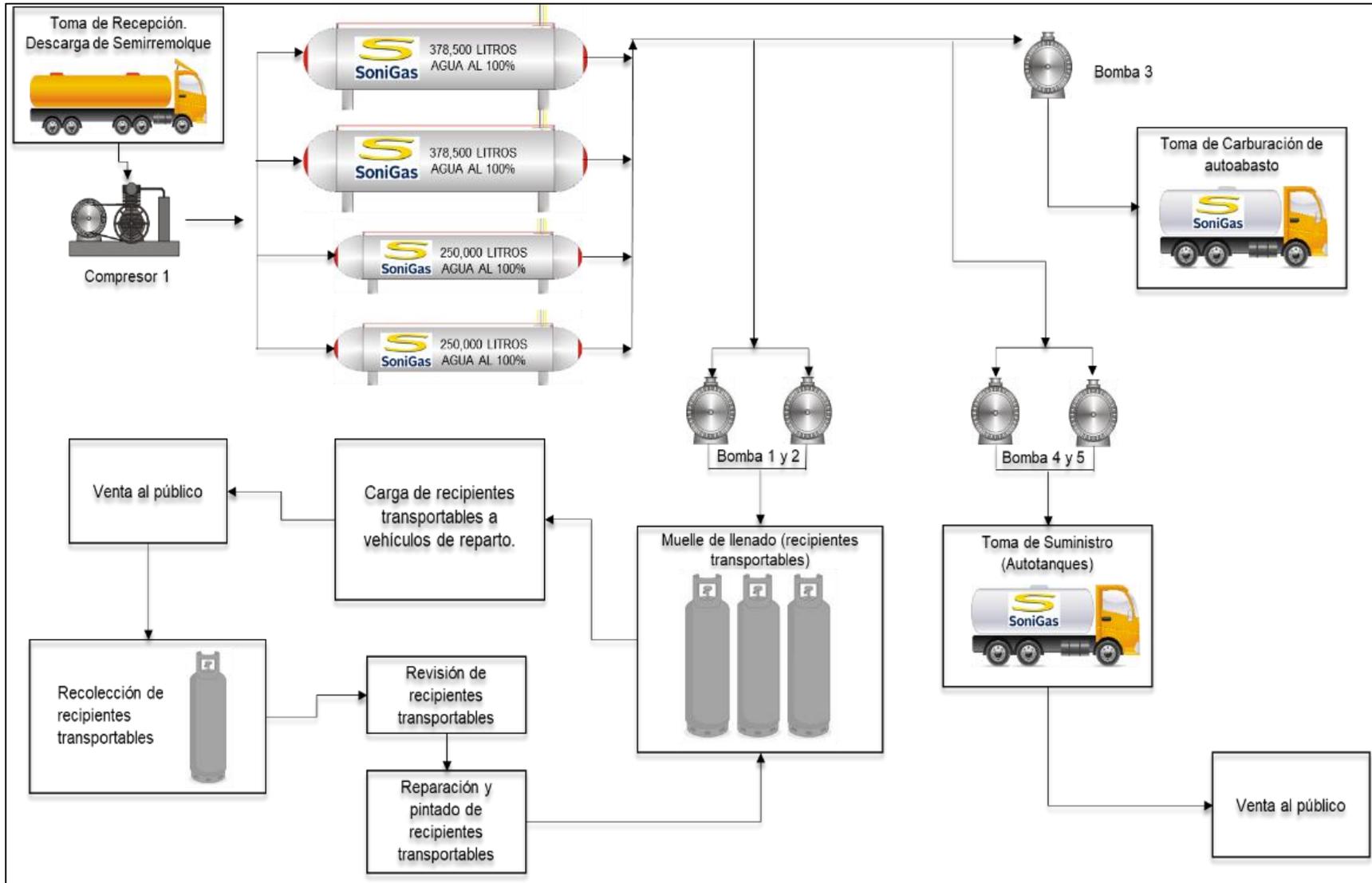


Figura I.2.1. Diagrama de bloques del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P.

MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS MANEJADOS EN EL PROCESO.

La materia prima para la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, 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, actualmente la Planta almacena **500,000 litros volumen agua al 100% (295,910 kg) distribuidos en dos tanques de tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros cada uno.** Debido a que la empresa promueve un aumento de capacidad pretende instalar dos recipientes para el almacenamiento de Gas L.P., de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno, los cuales formaran parte de la Planta de Distribución de Gas L.P. La suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg. **Dicha cantidad de almacenamiento de GLP rebasa la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.**

En la Planta de Distribución de Gas L.P., las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. El gas que se halle "contenido" en una tubería se encontrará en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 kg/cm². Cuando el número de moléculas que se liberen del líquido sea igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa estará en equilibrio.

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

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

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

A continuación, se presentan las características técnicas más importantes del *GLP* dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.** (Tabla I.2.1.):

Tabla I.2.1. Características del manejo del Gas Licuado de Petróleo en la Planta de Distribución de Gas L.P.

SONIGAS, S.A. DE C.V.	
Sustancia peligrosa	Gas Licuado de Petróleo
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Cantidad máxima de almacenamiento	1,257,000 litros de agua al 100% (743,917.74 kg).
Flujo en operación	El flujo de operación
Concentración de la sustancia peligrosa	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del Gas L.P. es la siguiente: Etano 2.5 % volumen máx. Propano 60 % volumen mín. Butanos 40 % volumen máx. Pentano y más pesados 2.0 % volumen máx. Impurezas y aditivos estabilizadores: etil-mercaptano (odorizante) 0.0017-0.0028 ppm. Azufre total 140 ppm máx.
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP. y no la producción del mismo.
Tipo de almacenamiento	La Planta cuenta con dos recipientes de almacenamiento temporal de <i>GLP</i> y contempla la instalación de dos recipientes más, para tener un total de cuatro recipientes de almacenamiento temporal de <i>GLP</i> del tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener <i>GLP</i> .

I.2.1. HOJA DE SEGURIDAD DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO.

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

I.2.2. ALMACENAMIENTO.

El proyecto que promueve la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es la instalación de dos recipientes para el almacenamiento temporal de *GLP* los cuales tendrán una capacidad de 378,500 litros al 100% agua cada uno, los cuales formarán parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., que actualmente cuenta con dos recipientes de 250,000 litros al 100% agua. Por lo que una vez instalados los dos recipientes se tendrá una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg.

Los recipientes tienen las siguientes características (Tabla I.2.2.1.):

Tabla I.2.2.1. Características de los tanques de almacenamiento.

Fabricados por:	No.1 TATSA	NO. 2 TATSA	NO.3 y 4 ARCO INDUSTRIES DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011		NOM-009-SESH-2011	
Capacidad en litros de agua:	250,000		378,500	
Año de fabricación:	01-2016		2019	
Diámetro exterior:	3.38 m		3.66 m	
Longitud total:	29.84 m		37.99 m	
Presión de trabajo:	14.00 kg/cm ²		14.00 kg/cm ²	
Factor de seguridad:	4		4	
Forma de las cabezas:	Semiesféricas		Semiesféricas	
Eficiencia:	100%		100%	
Espesor lamina cabezas:	9.90 mm		9.90 mm	
Material lamina cabezas:	SA-612		SA-612	
Espesor lamina cuerpo:	18.40 mm		18.40 mm	
Coples:	210 kg/cm ²		210 kg/cm ²	
No. De serie:	TP-2224	TP-2235	TP-2352	TP-2339
Tara:	46,038 kg		67,700 kg	

Cada recipiente contiene además de los siguientes accesorios:

Recipientes No. 1 y 2.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Cuatro válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (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 retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.

- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 2,512 m³/hr (88,700 ft³/hr) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de cada tanque, cuentan con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

Recipientes No. 3 y 4.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Tres válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212PA.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas contarán con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior de cada tanque, contarán con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

En la Planta de Distribución de Gas L.P. como parte de su proceso operativo, se llevan a cabo operaciones de **trasiago**, por lo que para efectos de transferir el **GLP** se tienen los siguientes equipos de proceso (Tabla I.2.3.1.) y (Figura I.2.3.1.) y equipos de los servicios auxiliares (Tabla I.2.3. 2.) y (Figura I.2.3.2.):

Tabla I.2.3.1. Equipos de proceso.

SONIGAS, S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP				
Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba 1 y 2 (Llenado de recipientes transportables)	BLACKMER LGL3E Capacidad nominal: 378 L/min Motor eléctrico de 10 HP Presión diferencial promedio: 5.0 kg/cm ²	<p>Las bombas se encuentran instaladas con cople flexible en la línea de succión y cuentan con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección, - Válvula de alivio interna. - Válvula automática de retorno en la tubería de descarga (By-pass) - Precedidas de un filtro en la tubería de succión. - En el área de la bomba se cuenta con un extintor - Paro de emergencia. <p>Los motores eléctricos que están acoplados a las bombas son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de “tierra</p>	<p>En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.</p>	<p>Las bombas y el compresor están ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.</p>
Bomba 3 (Carburación de autoconsumo)	BLACKMER LGL2E Capacidad nominal: 189 L/min Motor eléctrico de 5 HP Presión diferencial promedio: 5.0 kg/cm ²			
Bomba 4 y 5 (Carga de auto-tanques)	BLACKMER LGL3E Capacidad nominal: 606 L/min Motor eléctrico de 10 HP Presión diferencial promedio: 3.0 kg/cm ²			
Compresor 1 (Descarga de semirremolques)	BLACKMER LB-601 Capacidad nominal: 1,177 L/min Desplazamiento: 91.6 m ³ /h Motor eléctrico de 25 HP RPM: 780	<p>El compresor se encuentra instalado entre coples flexibles y cuenta con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección. - Válvula de alivio de presión. - Tubería de desfogue, cuya descarga no se dirige a ningún elemento de la Planta. - En el área cuenta con extintores. - Paro de emergencia <p>El motor eléctrico esta acoplado al compresor y es apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuenta con un interruptor automático de sobrecarga, además se está conectado al sistema general de “tierra”.</p>	<p>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 el equipo tendrá un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.</p>	<p>El compresor se encuentra dentro de una zona de protección y cumple con las distancias mínimas reglamentarias.</p>

Tabla I.2.3.2. Equipos auxiliares.

<i>SONIGAS, S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP</i>				
Equipo	Características		Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba I (eléctrica)	Motor eléctrico Potencia: 75 HP 4,500 L/min 6.0 kg/cm ²	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.	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.	Estos equipos se encuentran ubicados en el cuarto del Sistema Contra Incendio.
Bomba II (combustión interna)	Motor combustión interna Potencia: 86 HP 4,500 L/min 6.0 kg/cm ²	Guarda de seguridad. Certificado de desempeño. Manómetros a la succión y descarga. Válvula automática de liberación de agua. Conexión a la red de tierras.		

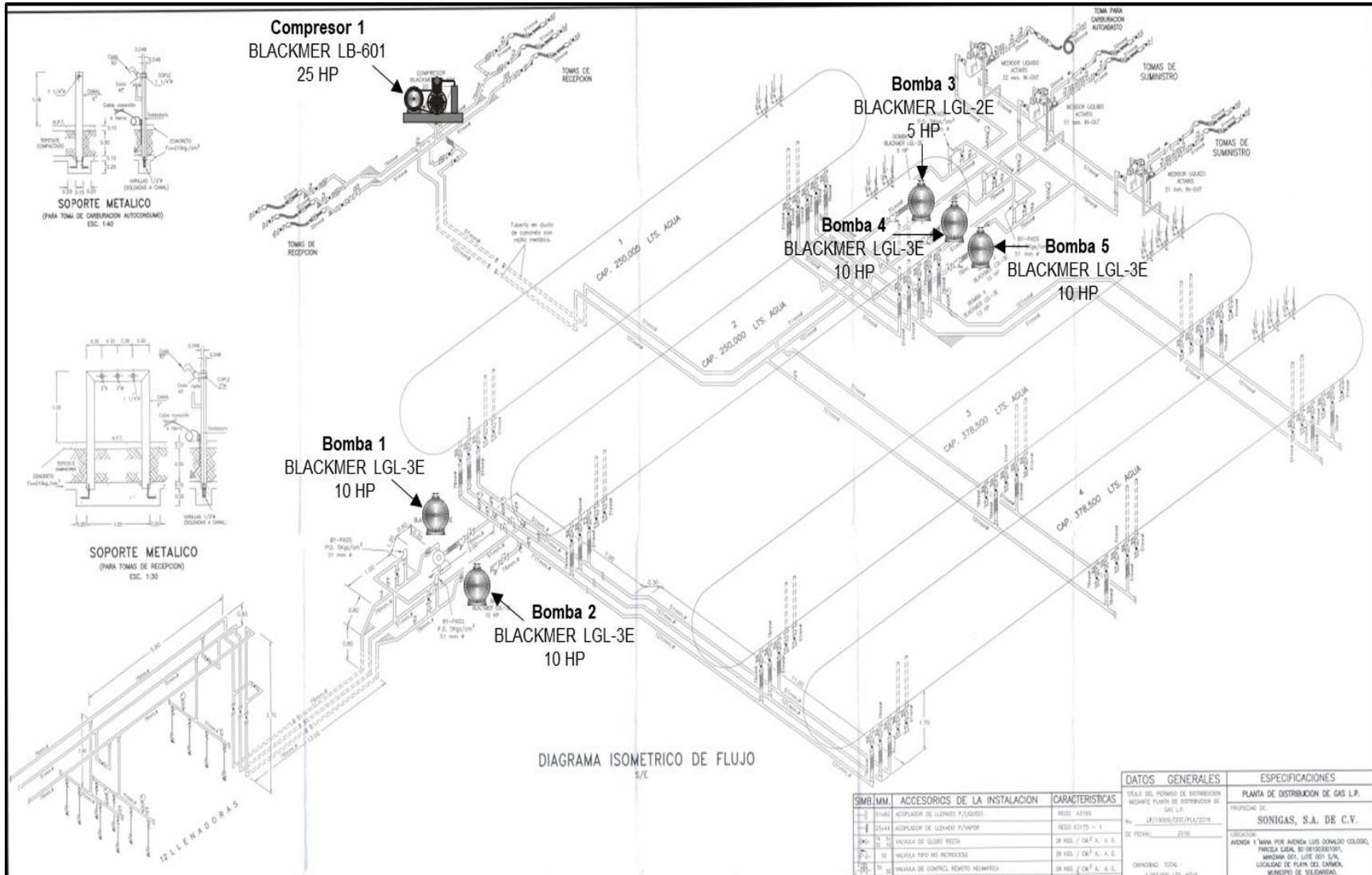


Figura I.2.3.1. Ubicación de equipos de proceso.

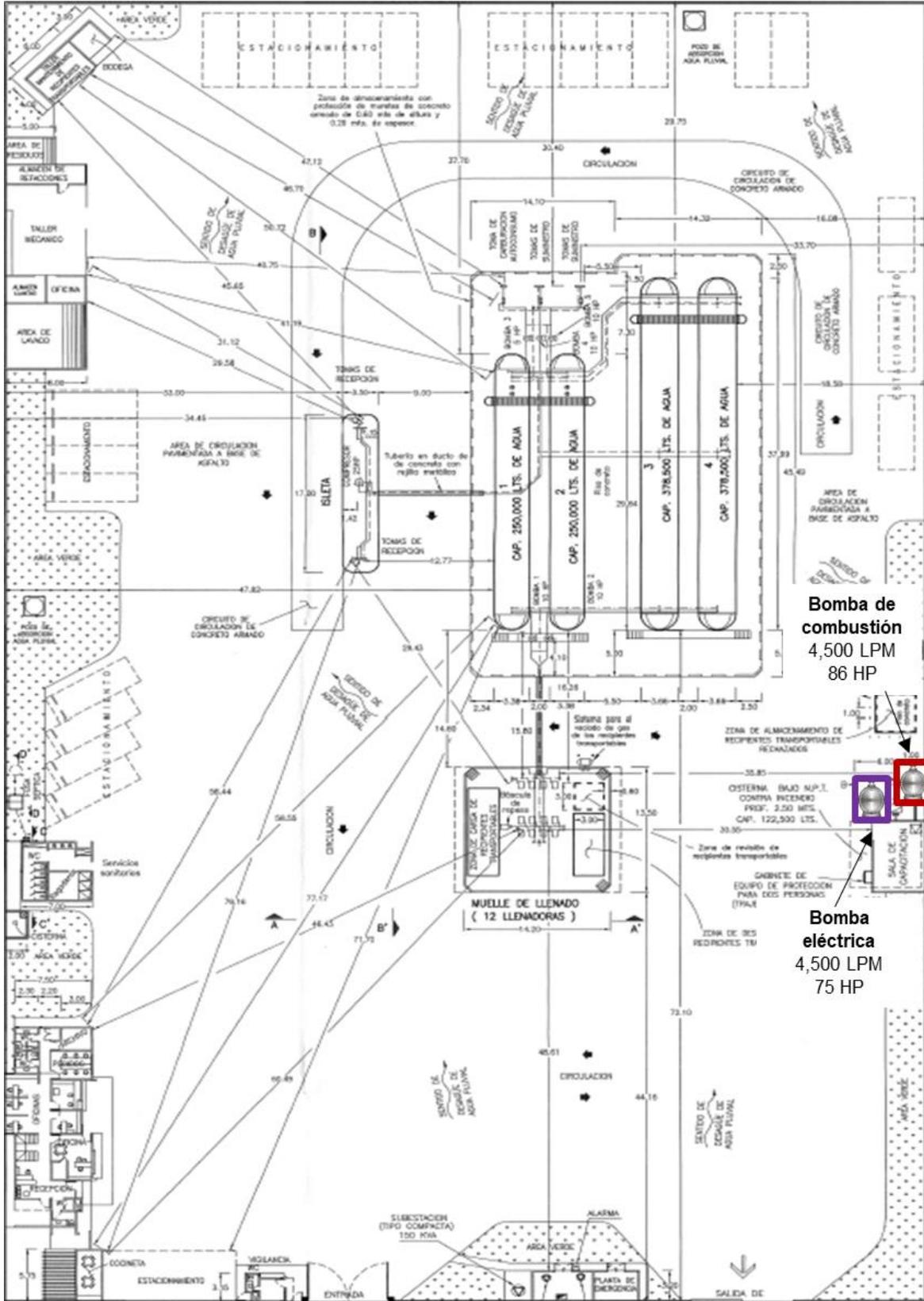


Figura I.2.3.2. Ubicación de equipos auxiliares.

I.2.4. PRUEBAS DE VERIFICACIÓN.

La Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con un oficio de Inicio de Operaciones. Permiso de Distribución de gas licuado de petróleo mediante Planta de Distribución LP/19009/DIST/PLA/2016, otorgado por la Comisión Reguladora de Energía Oficio UGLP-260/45142/2018 el 28 de mayo de 2018.

Actualmente la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, cuenta con dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP de 250,000 litros al 100% agua, la empresa proyecta la instalación de dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP con una capacidad de 378,500 litros al 100% cada uno.

Para dicho aumento de capacidad se somete a evaluación del presente proyecto, en donde se deberá de cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación*, publicada el 22 de octubre de 2014, la cual establece las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las Plantas de Distribución de GLP, en las cuales la temperatura mínima de operación no es inferior a -15°C.

Dicha Norma indica en el **numeral 6.2.3.** que para la evaluación de la conformidad y obtención del dictamen se debe corroborar documental y físicamente que las instalaciones se encuentren conforme a las especificaciones de construcción y operación establecidas en los numerales 4 y 5 de dicha Norma, asimismo sus planos y memorias técnicas deberán estar actualizadas para efectos del permiso.

De dichos **numerales 4 y 5** de la **NOM-001-SESH-2014** se enlistan las especificaciones que la Planta de Distribución de Gas L.P. deberá cumplir.

Evaluación de los recipientes de almacenamiento.

Antes de la puesta en operación se deberá inspeccionar visualmente, si los tanques de almacenamiento presentan los siguientes daños los cuales se evaluarán de la siguiente forma:

- ⇒ Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% de diámetro de la misma. Estas deberán evaluarse con las pruebas de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. En caso de las abolladuras en los cordones, además se deberá realizar una prueba de radiografiado de la soldadura.
- ⇒ Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40 % del espesor nominal de la placa más delgada. Éstas deberán evaluarse mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa.

En caso de que los recipientes de almacenamiento hayan estado expuestos al fuego, deberán efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:

- a) El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. Esta evaluación y aprobación deberá efectuarse en términos de la Norma Oficial Mexicana referente

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

- b) Deberá efectuarse y aprobarse una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.

La medición de la dureza deberá efectuarse, como mínimo, en 6 puntos del área afectada.

La toma de réplicas metalográficas deberá efectuarse, como mínimo, en 4 puntos del área afectada. Estas evaluaciones y sus aceptaciones deberán efectuarse en términos de la Norma Oficial Mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener *GLP* en uso.

- c) Efectuarse y aprobarse 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.

Cuando el recipiente de almacenamiento no cuente con placa de identificación o el dato correspondiente a la presión de diseño del recipiente no sea legible, la presión de prueba hidrostática deberá ser como mínimo de 2.06 MPa (21 kg/cm²).

Los recipientes de almacenamiento que no cuenten con el dictamen o certificado aprobatorio de las pruebas descritas anteriormente, no podrán utilizarse para el almacenamiento de Gas L.P.

Pruebas de inspección de soldaduras en tuberías.

- Las soldaduras en las tuberías deberán ser inspeccionadas mediante radiografiado o ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad; la extensión y limitantes de la inspección dependerán del tipo de instalación de las tuberías.
- El personal que aplique la soldadura deberá estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método de la sección IX del código *ASME Boiler and pressure vessels code*, edición 2005 o posterior.
- Todas las soldaduras inaceptables deberán ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
- Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
- Deberá contarse con el informe por escrito del resultado.
- Será válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con la norma *ANSI-B-31.3 párrafo 3.41.4.1*, edición 1988 o posteriores.

Tuberías sobre NPT o en trinchera.

Se inspeccionará y se interpretará el 25% de las soldaduras en las tuberías con diámetro nominal mayor que 5.08 cm (2"). El porcentaje anterior se dividirá por cada soldador(a).

Tuberías subterráneas.

Independientemente de su diámetro, todas las soldaduras en las tuberías subterráneas que conduzcan Gas L.P. deberán ser inspeccionadas al 100%. Se deberán identificar las soldaduras hechas por cada soldador(a).

Revisión de hermeticidad.

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

La evaluación de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014** será realizada mediante la revisión documental de proyectos y la verificación física de las instalaciones de las Plantas de Distribución de Gas L.P., por Unidades de Verificación conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los resultados de la evaluación referida en el párrafo anterior deberán hacerse constar en el dictamen expedido por la Unidad de Verificación que haya realizado el acto de verificación correspondiente.

Derivado de la evaluación de conformidad descrita en el párrafo anterior, la Unidad de Verificación deberá emitir para los efectos procedentes, en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, un dictamen técnico en el que haga constar el grado de cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana. La vigencia de dicho dictamen no podrá exceder de un año contado a partir de su fecha de emisión.

I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, trabaja bajo lo que se denomina régimen de operación de tipo intermitente, el cual se lleva a cabo a condiciones de temperatura ambiente y a presión superior a la atmosférica.

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

Las áreas principales donde se maneja dicho combustible son:

1. Tomas de recepción.
2. Área de almacenamiento.
3. Tomas de suministro a auto-tanques/toma de carburación de autoconsumo.
4. Muelle de llenado de recipientes transportables.

La sustancia almacenada es **gas licuado a presión**, el cual en condiciones normales de presión y temperatura ($T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P=1\text{ atm}$) es un gas. Por lo tanto, para licuarlo **se somete dentro del recipiente a una presión superior a la ambiental (7 kg/cm^2).**

Cualquier liquido o **gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio** de acuerdo con la curva de saturación de presión-temperatura, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor (Figura I.3.1.).

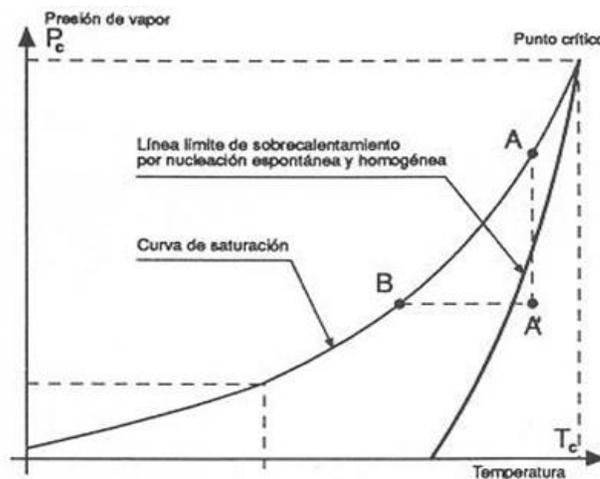


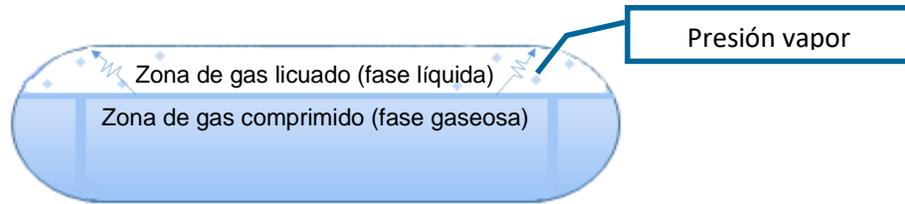
Figura I.3.1. Curva de Saturación Presión-Temperatura.

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

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

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

T = Atmosférica.



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

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

Las tuberías están diseñadas para soportar una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 , en tanto que la operación de trasiego se efectúa en un rango de $7 \text{ a } 10 \text{ kg/cm}^2$.

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

Se obtuvo además información de la Estación Meteorológica 00023163 Playa del Carmen, ya que es la estación más cercana con características ambientales similares a las del área de la Planta de Distribución de Gas L.P., con ubicación en latitud $20^{\circ}38'04''$ Norte y longitud $87^{\circ}04'40''$ Oeste. De acuerdo con dicha fuente, la temperatura media anual del sistema ambiental es de $25.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura máxima normal anual es de $30.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y la mínima normal anual es de $21.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estado físico de la sustancia que se maneja en la Planta de Distribución de Gas L.P.

El *trasiego* del *GLP* involucrará únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión en función de la temperatura en el proceso (temperatura ambiente). La Planta cuenta con tres líneas o corrientes:

1. La línea de llenado (el *GLP* viaja en estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.
2. Línea de retorno de vapores (el *GLP* se regresa en forma de vapor) y es identificada por el color amarillo ocre.
3. 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 materia y 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.

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, Se única en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donald Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001001, Manzana 001, Lote 001 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo. Su proceso operativo no involucra reacciones químicas o cambios en la composición del flujo de entrada respecto al flujo de salida, ya que se considera que la composición del Gas L.P. (60-40 en peso de la mezcla de gas propano y gas butano) es constante al ser abastecido por PEMEX y que en caso de haber variación esta sería mínima; además que dicha composición no se altera 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 serán, no obstante, no se tiene estimado el flujo de gas vapor en el caso del suministro a auto-tanques que es trasegado al tanque de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de las bombas durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realiza en la Planta de Distribución de Gas L.P., es un proceso que opera de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambia a través del tiempo, depende de la cantidad de auto-tanques y recipientes transportables suministrados.

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 (Figura I.3.2.) y (Figura I.3.3.):

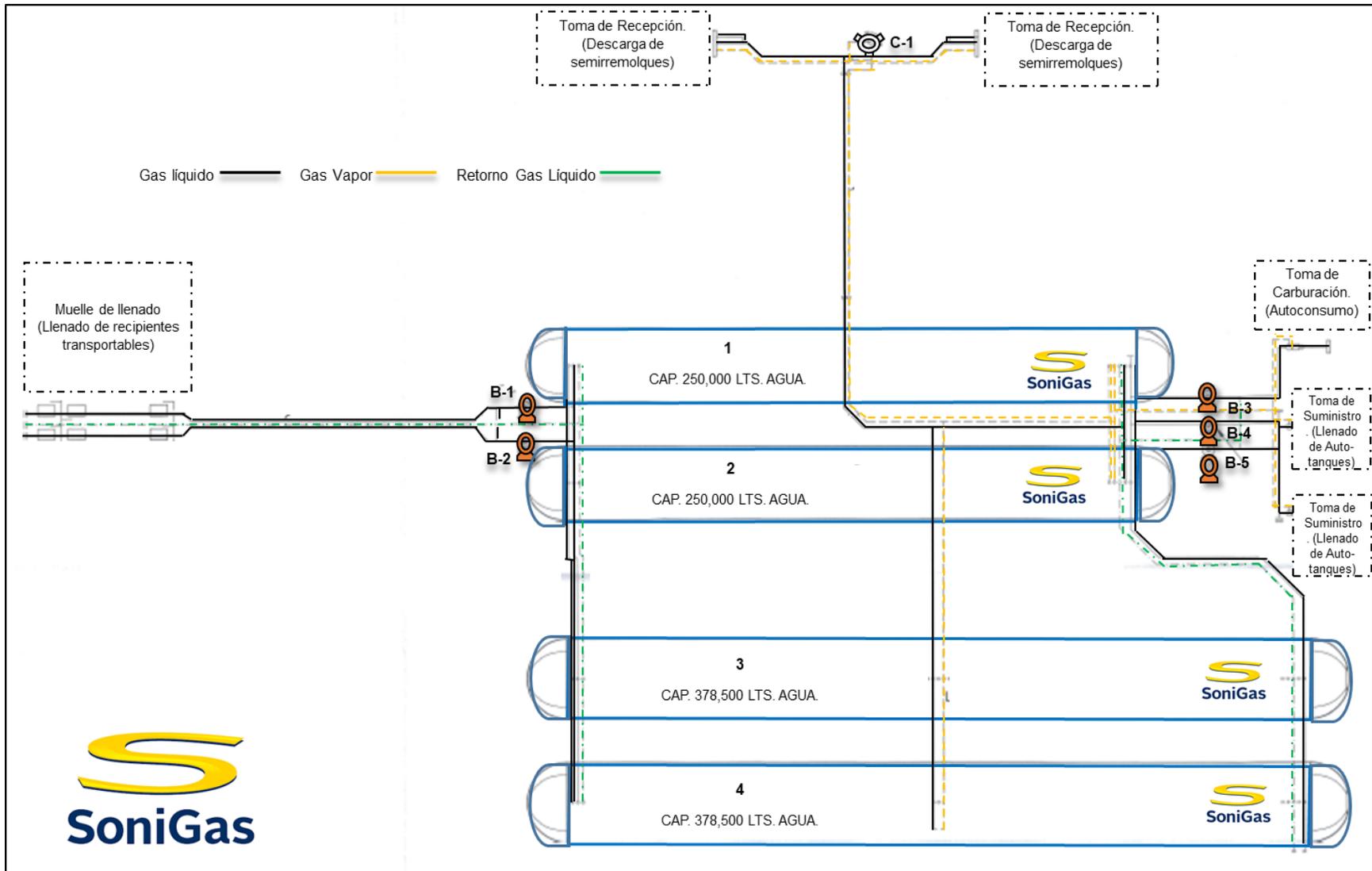


Figura I.3.2. Diagrama de Flujo de Proceso.

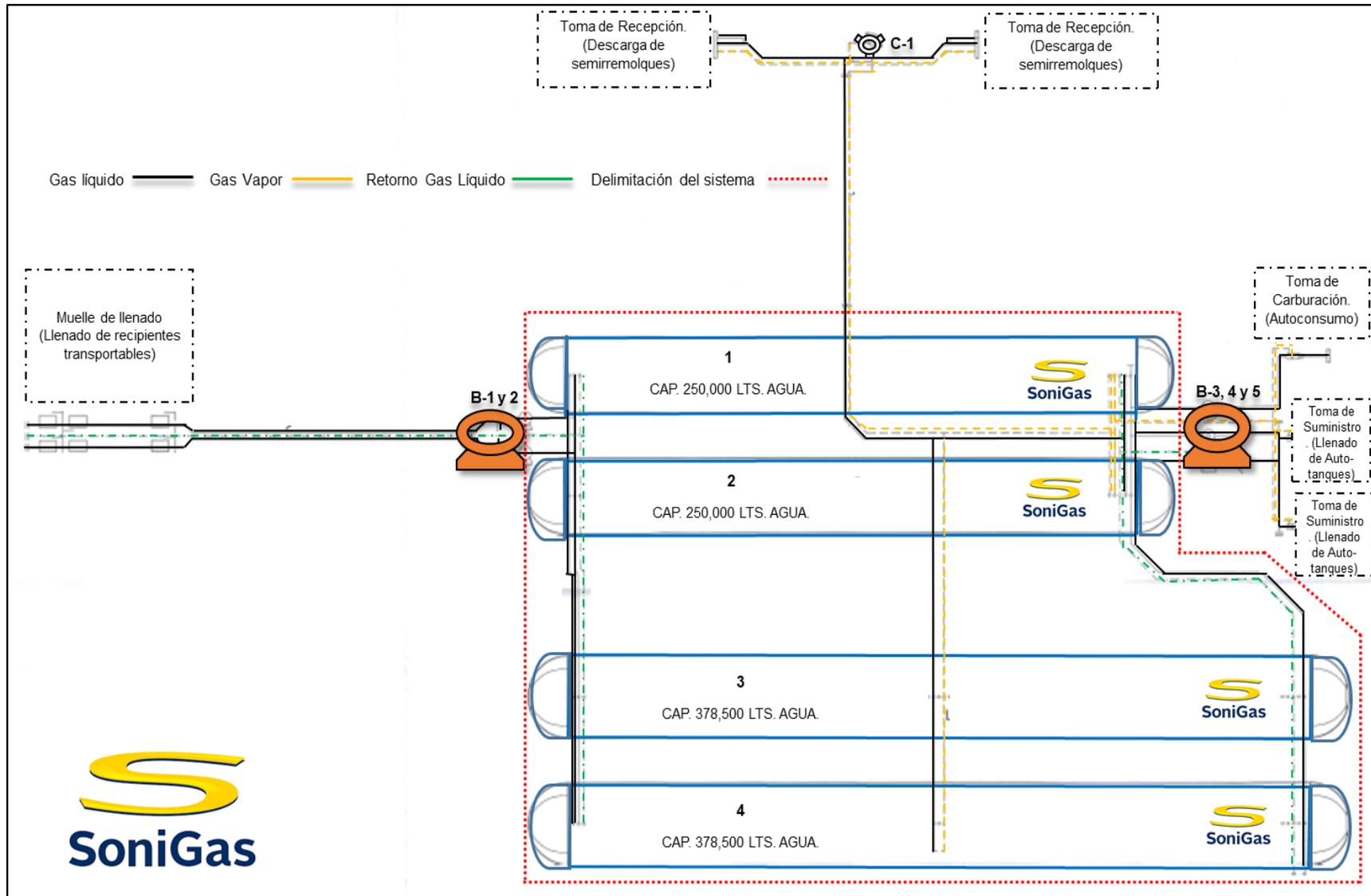


Figura I.3.3. Esquematización de la entrada y salida de la Planta de Distribución de Gas L.P.

I.3.1. ESPECIFICACIÓN DEL CUARTO DE CONTROL.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO 3F,4H,220/127 VOLTS.

Fuente de alimentación.

La alimentación eléctrica se obtiene de la línea de alta tensión 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 Plantas de concreto C-11-450 equipados con estructuras "T", rematando en un poste C-11-700 en el cual está instalada mediante plataforma el 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 mediación, 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 de Distribución de Gas L.P., se divide en dos circuitos principales:

El primer circuito es alimentado por el transformado de 150 KVA con una tensión de 440 V, que llega a un interruptor de 300 Amps., que alimenta al circuito del motor eléctrico de 75 HP que va acoplado a la bomba contra incendio.

El segundo circuito es alimentado también por el transformador de 150 KVA con una tensión de 440 V, que llega a un interruptor general de 350 Amps., y de ahí se alimenta a los circuitos de los motores eléctricos del compresor y bombas para el trasiego de Gas L.P.

En un tercer circuito, la tensión de 440 V, que alimenta el transformador de 150 KVA llega a un transformado de 6 KVA de capacidad, el cual reduce la tensión de 440 V a 127 V la cual llega al interruptor general y de ahí se alimenta a los circuitos de los equipos eléctricos y electrónicos de medición de las basculas de llenado de recipientes transportables y de las tomas de llenado de auto-tanques, así como el alumbrado de áreas clasificadas a prueba de explosión.

En el cuarto circuito, la tensión de 440 V que alimenta el transformador de 150 KVA, llega a un transformador de 75 KVA de capacidad, el cual reduce la tensión de 440 V a 220 V, la cual llega un interruptor general y de ahí se alimenta a los circuitos de alumbrado general de la Planta y de oficinas de la misma, así como también alimenta a los equipos de aire acondicionado instalados en las oficinas.

En una construcción que se encuentra por el lindero Sureste del terreno de la Planta, se tienen los tableros, próximos a la acometida. Estos tableros están formados por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y ostentan los siguientes componentes:

Tablero No.1

- Cuatro combinaciones de interruptores de 30x50 Amps., con arrancador a tensión plena para motor de 10 HP (B-1, B-2, B-4 y B-5).
- Una combinación de interruptor de 3x30 Amps., con arrancador a tensión plena para motor de 5 HP (B-3).
- Una combinación de interruptor termomagnético de 3x100 Amps., con arrancador magnético a tensión plena para motor de 25 HP (C-1).

Tablero No.2

- Una combinación de interruptor de 2x20 Amps., con arrancador a tensión plena para basculas.
- Una combinación de interruptor de 3x30 Amps., con arrancador a tensión plena para alumbrado en zonas de trasiego.

Tablero No.3

- Una combinación del interruptor de 3x80 Amps. Con arrancador a tensión plena para alumbrado perimetral, alarma, vigilancia y cuarto de tablero eléctrico.
- Una combinación de interruptor de 3x100 Amps., con arrancador a tensión plena para alumbrado de oficinas.
- Una combinación de interruptor de 3x70 Amps., con arrancador a tensión plena para taller mecánico automotriz y bodegas, área de lavado automotriz, bodega y taller de mantenimiento de recipientes transportables.
- Una combinación de interruptor de 3x100 Amps. Con arrancador a tensión plena para aires acondicionados.

Alimentación del sistema contra incendio.

Dentro de la caseta de maquinarias del sistema contra incendio, se ubica el interruptor subgeneral SG-1 que alimenta al arrancador a tensión reducida del motor de la bomba contra incendio, y a los servicios de alumbrado y de recarga de baterías del mismo cuarto. Una combinación de interruptores de 3x300 Amps. Con arrancador a tensión plena para motor de 75 HP.

I.3.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO.

Los sistemas de aislamiento son de gran relevancia, y son fundamentales para disminuir las pérdidas económicas tanto en los equipos como en las tuberías de la Planta de Distribución de GLP 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 la Planta de Distribución de Gas L.P., se consideró los siguientes aspectos como parte del sistema de aislamiento:

Sistema general de conexión a “tierra”.

La red de tierras está diseñada para evitar la acumulación de cargas estáticas, así como para descargar a tierra las fallas por aislamiento y las descargas atmosféricas que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa.

Las conexiones a tierra son a través de cable de cobre desnudo suave. Se encuentran conectadas las cubiertas metálicas que contengan equipo eléctrico tales como transformadores, tableros, carcazas de motores, generadores, estaciones de cotones y bombas.

Los auto-tanques y semirremolques son conectados a tierra durante las operaciones de trasiego.

Además de las varillas que son el soporte de las columnas de concreto armado se encuentran soldadas directamente al cable, quedando la conexión bajo el recubrimiento de la columna.

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

- Recipientes de almacenamiento temporal (cuatro).
- Bombas del sistema de trasiego (cinco).
- Compresor del sistema de trasiego (uno).
- Tuberías.
- Estructuras metálicas.
- Transformador eléctrico.
- Tablero eléctrico.

En las tomas de recepción y suministro se cuenta con un cable para efectos de aterrizar las unidades que estén siendo suministradas (**auto-tanques**) o descargadas (**semirremolques**).

Además, como medida de seguridad ante las descargas eléctricas y provenientes de los rayos, la Planta cuenta con un juego de tres apartarrayos autovalvulares de 1F, 12 KV.

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

Las tuberías que forman parte del sistema de **trasiego** están protegidas de los daños de corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace

primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integran el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas.

Sin embargo, es importante mencionar que en la Planta de Distribución de *GLP*, solo se realizan operaciones de **trasiego**, es decir, el trasvase de *GLP* desde un recipiente a otro, por tal motivo en caso de que se llegase a presentar una fuga o derrame de **GLP**, éste al perder presión se vaporiza de inmediato, mezclándose con el aire del ambiente dando lugar a la formación súbita de nubes inflamables (en el peor de los casos, ya que depende en gran medida de la cantidad que se fugue y la disponibilidad del oxígeno en la aire atmosférico) y en condiciones extremas explosivas, las que al exponerse a una fuente de ignición podrían producir un incendio o explosión. Por tal motivo un derrame de *GLP*, como tal no se esperaría puesto que éste se vaporizaría de inmediato debido a la 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.**, ha considerado la elaboración de un Programa de Mantenimiento Preventivo de la Planta, en el cual se consideren las áreas de mayor riesgo, así como la Planta en general.

1.4. 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 Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, la cual se ubica en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donald Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

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

A) Análisis preliminar de peligros. En esta etapa se identifican de manera preliminar los peligros y amenazas, reconociendo sustancias peligrosas, condiciones y posibles peligros considerando las salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones que se tienen en la Planta.

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 consideran 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 describen las actividades como parte del proceso operativo de la *instalación*, asimismo las sustancias químicas peligrosas – que en éste caso sólo es el gas licuado de petróleo – y las áreas operativas que integran la Planta de Distribución de Gas L.P.
- 3. Lista de verificación.** Como parte del análisis preliminar de peligros, la lista de verificación identifica 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 Gas L.P.
- 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 hallan aquellos factores de mayor relevancia por el **peligro** que estos implican.
- 5. Análisis histórico de accidentes e incidentes.** De acuerdo con bases de datos reconocidas que recopilan información de accidentes se determina cuáles son los accidentes, orígenes y causas más frecuentes que se relacionan con las actividades de una Planta de Distribución de Gas L.P.
- 6. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos similares.** Se identifican los accidentes más relevantes en la industria del *GLP* con la finalidad de identificar causas, efectos y medidas aprendidas.

7. Identificación de peligros potenciales. Se describen las características de los escenarios posibles de riesgos potenciales en la Planta de Distribución de Gas L.P.

B) Evaluación de peligros. Con base en los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio de la Planta de Distribución de Gas L.P., y con el procedimiento de operación de trasiego que se realiza en la Planta se lleva a cabo la evaluación de los peligros en cada una de las áreas operativas y se utiliza el **Método What If...? (método cualitativo)** para la evaluación de cada uno de los peligros identificados, dicha evaluación se realiza con base a la experiencia y antecedentes de riesgo en instalaciones similares.

C) Determinación de los escenarios de riesgo. Cada uno de los peligros evaluados identificados como riesgosos utilizando la metodología What if...? se clasifican por medio de una matriz de riesgos donde se identifican, 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, es decir, se describen los eventos en donde puede existir liberación de Gas L.P. (material con peligro inherente) y que dan lugar a **radiación térmica y ondas de sobrepresión**.

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

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 realiza la evaluación de las consecuencias, en donde se calcula la cantidad de *GLP* que se liberará a la atmósfera, y que será la responsable del evento de riesgo, para así poder calcular la energía que será liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión**.

Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utiliza la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego 2.0**.

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

A. 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, S.A. DE C.V.**, y que por consecuencia dé lugar a un análisis exitoso.

Debido a que la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, promueve el proyecto “Aumento de capacidad de la Planta de Distribución de Gas L.P. Playa del Carmen”, con dos recipientes para el almacenamiento de Gas L.P. (GLP) de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno, los cuales formaran parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., misma que actualmente almacena GLP en dos recipientes de 250,000 litros al 100% agua cada uno. Por lo tanto, la suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg los cuales serán suministrados por medio de semirremolques para su posterior almacenamiento, distribución a través de auto-tanques y recipientes transportables.

Como parte del 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, el promovente pretende obtener la autorización en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental que otorga la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

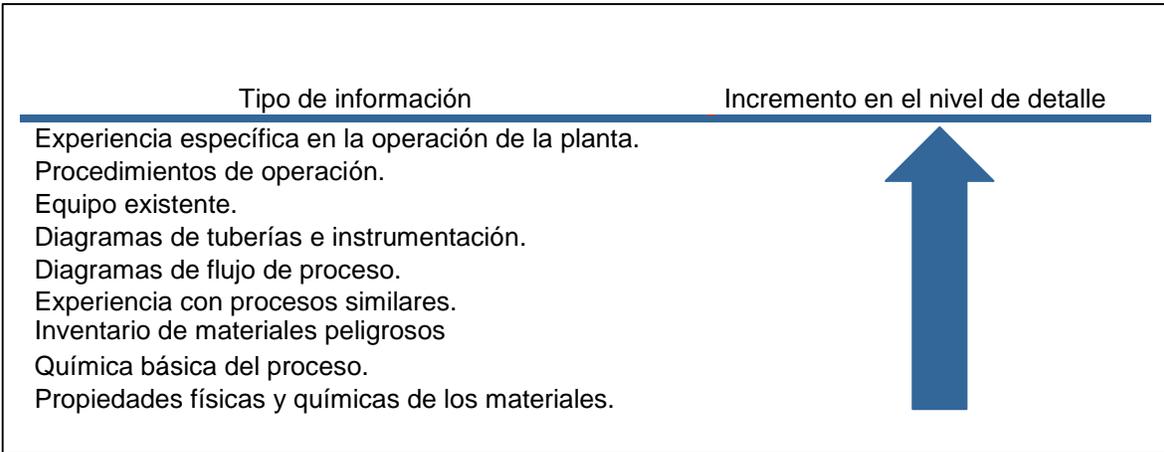
Además de ser una parte complementaria de la política de prevención de riesgos en la seguridad y salud en el trabajo que asume la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, para las actividades de distribución y expendio de Gas L.P.

Otro aspecto a considerar es que el resultado obtenido del presente estudio determinará si las medidas de protección que están instaladas son las adecuadas para la administración de riesgos a un nivel tolerable, para que posteriormente se integre al 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.

1. Selección de una metodología de análisis de peligros.

Entre otros aspectos que se tomaron en cuenta para la selección de una técnica adecuada, fue la calidad y cantidad de información actualizada disponible, considerando que el promovente promueve el aumento de capacidad de la Planta de Distribución de Gas L.P.

A continuación, se esquematiza la relación que se tiene de la información disponible y el nivel de detalle técnico alcanzado con la técnica de evaluación de peligros:



Entre otros factores que intervinieron para la toma de decisión respecto a la técnica de identificación de peligros adecuada, se encuentran las características particulares con las que operará la Planta.

Complejidad y tamaño de la instalación.

La Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con las siguientes áreas operativas, en las cuales se llevan a cabo operaciones de trasiego y guarda temporal de Gas L.P. siendo éstas las siguientes:

- **Toma de recepción semirremolques:** en ésta área 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 compresor C-1.
- **Área de almacenamiento:** se cuenta con dos recipientes de almacenamiento temporal de *GLP*, los cuales tienen una capacidad de 250,000 litros agua al 100% cada, sin embargo, el promovente pretende aumentar su capacidad de almacenamiento con dos recipientes de 378,500 litros al 100% cada uno, teniendo así una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros.
- **Área de carburación auto-abasto:** se realiza el trasiego de *GLP* de los tanques de almacenamiento a recipientes montados en los vehículos de reparto. Se dispone de una toma para realizar el llenado mediante la bomba B-3.

- **Área de suministro a auto-tanques:** se realizará el trasiego de *GLP* de los tanques de almacenamiento a auto-tanques. Las tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado de auto-tanques es mediante las bombas B-4 y B-5.
- **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 las bombas B-1 y B-2.

Asimismo, para el funcionamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. se requiere de servicios auxiliares donde se incluye lo siguiente:

- **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 aspersion de los recipientes de almacenamiento de *GLP*.
- **Transformador eléctrico.** Con capacidad de 112.5 kVA.
- **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.** Está conformado por un compresor de aire que suministran al aire a para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.

De igual manera se cuenta con espacios delimitados para el estacionamiento de vehículos, zonas de circulación en el interior de la Planta, así como oficinas administrativas, servicio de sanitarios y los respectivos accesos para la entrada y salida de la misma.

Tipo de proceso y naturaleza del peligro.

En resumen, las actividades que se llevan a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P., se limitan 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 Gas L.P., Estaciones de Carburación de Gas L.P., y Plantas de Suministro de Gas L.P.

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):



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

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

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

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

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

- 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.

Crterios para la seleccin de una
técnica de identificacin de peligros

En resumen y en cumplimiento de los artículos **28, 30 y 147** de la LGEEPA, y de acuerdo con los requisitos de la Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos con respecto a la metodología se identificó lo siguiente:

- ⇒ 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).

También se consideró los aspectos que tienen interacción con la instalación como son:

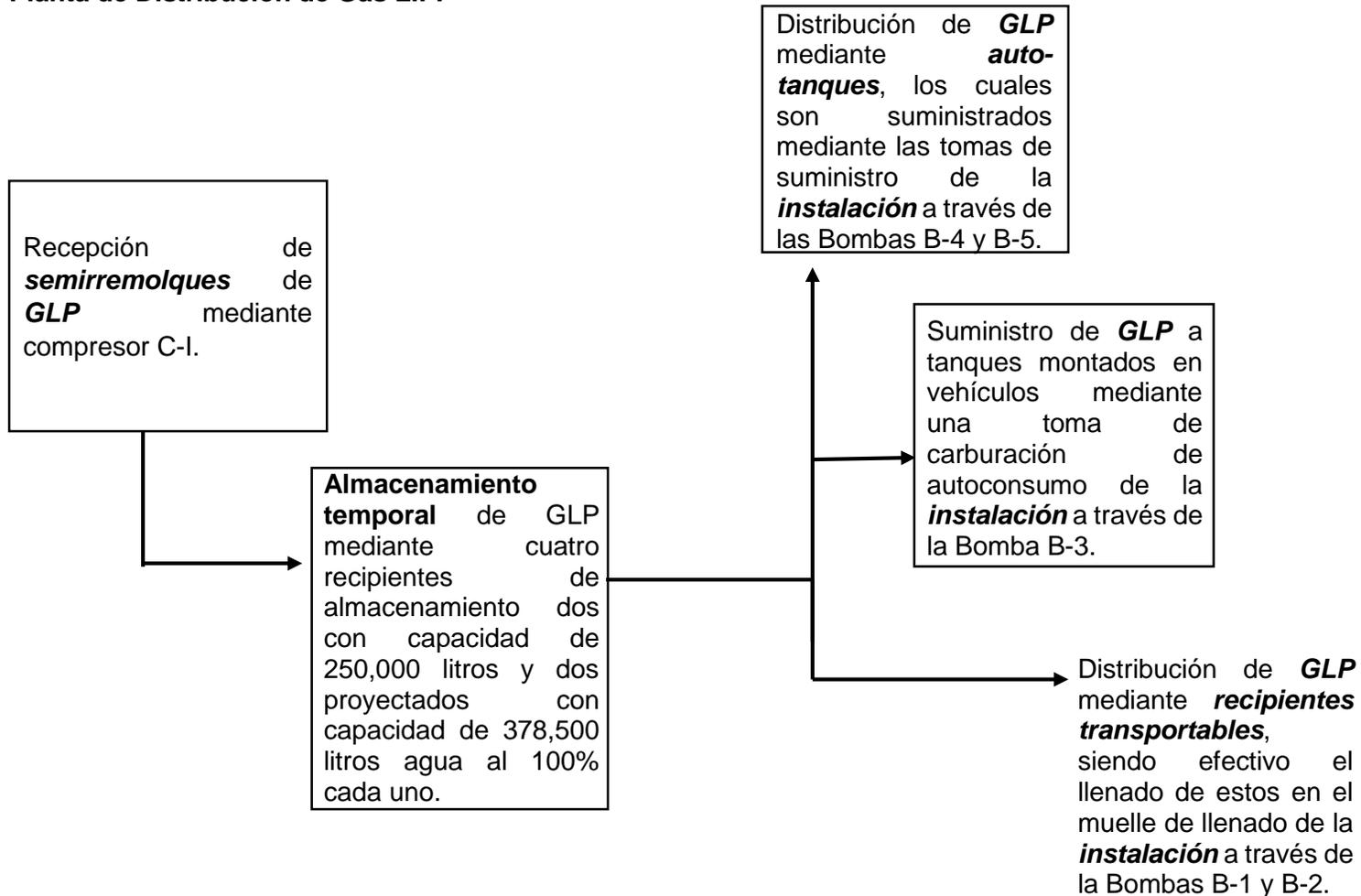
- ⇒ Aspectos operacionales (actividades rutinarias y no rutinarias).
- ⇒ Errores humanos.
- ⇒ Fallas de sistemas.
- ⇒ Desviaciones a las condiciones normales/máximas/mínimas de diseño.
- ⇒ Actividades de arranque, paro normal y paro de emergencia.
- ⇒ Falla o interrupción de servicios.
- ⇒ Tipos de materiales 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.

Este tipo de 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 5 de la mencionada Norma se encuentran las especificaciones de las condiciones de seguridad en la Operación de la Planta de Distribución, siendo estos puntos los mínimos requeridos para el funcionamiento seguro de la Planta.

2. Reconocimiento del ámbito de estudio.

Planta de Distribución de Gas L.P.



3. 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 como parte del cumplimiento de las especificaciones de diseño y construcción con base en la **NOM-001-SESH-2014** (Tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamientos establecidos en 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	<p>Cuenta con copia simple de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Título de permiso. • Aviso de inicio de operaciones. • Cesión de derechos. • Cambio de razón social. • Historial documental de cuando menos los últimos cinco años. • Los planos y memorias técnico descriptivas actualizados. • Autorización de la DGGLP para realizar modificaciones al diseño básico de la planta. • Certificado de fabricación de los recipientes de almacenamiento o dictamen de evaluación conforme a la NOM-013-SEDG-2002. • Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014. • Originales de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego, con una fecha máxima de emisión de dos años anteriores. • Original del manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio. • 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. • Originales de los programas: mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas de seguridad. 	x			<p>Título de permiso de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución No. LP/19009/DIST/PLA/2016. Inicio de operaciones del permiso LP/19009/DIST/PLA/2016 oficio UGLP-260/45142/2018. Cesión de derechos y cambio de razón social: No aplica. No cuenta con historial ya que lleva operando menos de 5 años. Los planos y memorias se encuentran actualizados. Dictamen de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002: No aplica. Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH2014: 002/PLA.001/EDO.Q.R./2019. Original de constancias de capacitación: primeros auxilios básico, búsqueda y rescate, uso y manejo de extintores y comunicación y evacuación del año 2019. Original de manual de operación: No cuenta. Originales de bitácora de los trabajos de mantenimiento: No cuenta: Original de los programas de mantenimiento: Sí.</p>
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, muelle de llenado de recipientes transportables y zonas de trasiego se mantienen libres de desperdicios y materiales combustibles.	x			
5.3.2.1	Los accesos a la planta, la salida de emergencia está libre de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	x			

Continuación Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.3.3.1	Las bases de sustentación del recipiente de almacenamiento están completas.	x			
5.3.3.3	Todos los recipientes de almacenamiento están asentados en las placas de apoyo.	x			
5.4.7	Los manómetros se encuentran sin las siguientes anomalías o defectos: carátula rota, aguja desprendida, carátula ilegible, fuga o no funcionamiento.	x			
5.4.1.7.2	Las válvulas de alivio de presión cuentan con placa metálica de identificación que exprese marca, modelo, presión de apertura y capacidad de desfogue.	x	-	-	
5.4.1.3	Las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y alivio de presión tiene una antigüedad menor de 11 años, contados a partir de su fecha de fabricación.	x			
5.4.1.4	La fecha de fabricación de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y alivio de presión es legible.	x			
5.4.1.5	Se cuenta con un informe por escrito de los resultados de la revisión de hermeticidad de los actuadores neumáticos.		x		Las pruebas periódicas de hermeticidad realizadas al sistema neumático no se encuentran registradas en la bitácora de mantenimiento.
5.4.1.7	El orificio de drenaje de las válvulas de alivio de presión no se encuentra obstruido.	-	-	-	No se pudo verificar además no se encuentra registro de su revisión periódica.
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		El orificio no se encuentra obstruido, sin embargo, no se pueden abrir y cerrar manualmente.

Continuación Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.4.1.9	Las válvulas de cierre manual cuentan con volante o maneral.	x			Todas las válvulas manuales se encuentran completas para su operación.
5.4.1.10	Las válvulas de relevo hidrostático se encuentran protegidas contra la intemperie mediante capuchón.	x			Todas las válvulas de relevo hidrostático cuentan con capuchón para protección del diafragma.
5.4.2.1	Los recipientes de almacenamiento cuentan con placa de datos metálica soldada en todo su perímetro al recipiente o cumplen con los criterios que establece la NOM013-SEDG-2002 o la que, en su caso, la sustituya.	x			Los recipientes cuentan con placa metálica de datos donde se indica que fueron fabricados en 2016, por lo que cuenta aún no requieren de un dictamen favorable de la NOM-013-SEDG-2002.
5.4.2.2	El recubrimiento exterior de los recipientes de almacenamiento no presenta deterioros como: abolsamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades.	x			Visualmente el recubrimiento del recipiente no presenta anomalías ni daños.
5.4.5.2.3	Los compresores están instalados entre el motor-bomba o motor compresor y cuenta con una cubierta de protección.	x			Tanto el compresor como las bombas cuentan con cubierta de protección entre el motor- bomba y motor-compresor.
5.4.4.2	La base metálica sobre la que están instalados el conjunto motor-bomba o motorcompresor está fija a una base de concreto.	x			
5.4.5.1	La válvula automática de retorno en la tubería de descarga funciona correctamente.	-	-	-	Las revisiones de las válvulas automáticas de retorno de líquido no se encuentran registradas en la bitácora de mantenimiento.
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 operador.	x			El tubo de descarga de la válvula de purga se encuentra a una altura de 2.5 m sin embargo no se encuentra dirigido al exterior de la techumbre de las tomas de recepción.
	La descarga está dirigida al exterior y el desfogue de la purga no está dirigido hacia ningún recipiente de almacenamiento.				

Continuación Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamiento establecidos en la NOM-001-SESH-2014.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.4.10.1	Los acopladores de las mangueras que no están en servicio están protegidos.	x			Los acopladores que no se encuentran en servicio se encuentran protegidos para evitar que éstos se dañen.
5.4.10.2	Las mangueras no presentan grietas o daños que dejan al descubierto su malla interna.	x			Las mangueras no presentan daños y se encuentran protegidas en su superficie y se mantienen sobre una base para evitar dobleces.
5.4.10.3	Las mangueras para Gas L.P. tienen una antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.	x			Las mangueras tienen un tiempo de vida menor a 7 años.
5.4.6.4	Si los conectores flexibles son a base de manguera para Gas L.P. presentan una antigüedad menor a siete años a partir de su fecha de fabricación.			x	Las entradas-salidas de líquido y vapor de los recipientes de almacenamiento no cuentan con conectores flexibles a base de manguera.
5.4.3.1	El indicador de flujo es del tipo mirilla y se utiliza como no retroceso, cuenta con la compuerta de cierre, los cristales limpios y no tiene grietas	x			Los indicadores de flujo que se encuentran en las descargas de las bombas y las tomas de líquido en la descarga de semirremolques, se encuentran en óptimas condiciones.
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		
5.4.8	El dispositivo automático que controla el llenado funciona correctamente y no presenta fugas.	x			Durante la inspección se verificó que al momento de llegar al peso acordado el sistema se cerrara automáticamente.
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			
5.3.7	Cuenta la planta con venta directa al público de recipientes transportables, con área mínima de 10 m ² . La cual es independiente al muelle de llenado, de la zona de carga y descarga, así como de la zona de almacenamiento de recipientes rechazados.		x		La Planta no cuenta con venta directa al público.

Continuación Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.5	La cisterna o tanque de almacenamiento de agua contiene cuando menos el 70 % de su capacidad.	x			
5.5.1	El sistema contra incendio alcanza las condiciones de máximo funcionamiento a su diseño en no más de 90 s.	-	-	-	No existe evidencia dentro de la bitácora de mantenimiento donde se especifiquen las pruebas al sistema contra incendio.
5.5.3.1	Los aspersores están completos y libres de obstrucciones.	-	-	-	No existe evidencia dentro de la bitácora de mantenimiento donde se especifiquen las pruebas al sistema contra incendio.
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			Los extintores se encuentran a una altura máxima de 1.50 y mínima de 1.20 m medidos desde el 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 puedan descolgarse fácilmente para su uso y en caso de que se ubiquen a la intemperie deberán estar protegidos del sol y de la lluvia.	x			Los extintores se encuentran sujetos de tal forma que pueden descolgarse fácilmente, sin embargo, no se encuentran protegidos del sol y lluvia.
4.2.4.3.2.3 5.5.4.1.3	Los extintores tendrán señalamientos donde se encuentren colocados.	x			Se encuentra un letrero junto a cada extintor.
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			Todos los extintores se encuentran cargados y vigentes.
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			La planta se encuentra totalmente fuera de la zona urbana de Hidalgo del Parral.
NA	Dentro del diseño de la instalación se considera que los recipientes 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	Los ejes longitudinales de los tanques de almacenamiento inciden sobre el muelle de llenado.

Continuación Tabla 3.1. Lista de verificación del cumplimiento de lineamientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
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		Sólo se cuenta con indicador magnético de nivel el cual debe ser supervisado por el personal de la planta.
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			Conforme al <i>Acuerdo por el que la Comisión Reguladora de Energía emite las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen el alcance y procedimiento general para el registro estadístico de las transacciones comerciales de gas licuado de petróleo</i> la planta deberá de registrar las entradas y salidas de GLP por lo cual se prevé la instalación de medidores.
NA	Se ha considerado protección ignífuga en las bases de los recipientes de almacenamiento.		x		
NA	Se ha considerado 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 ha considerado la instalación de sistemas de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos.		x		
NA	Se ha considerado la instalación de sistemas de detección de atmósferas explosivas para activar automáticamente los sistemas de aislamiento o protección contra incendios.		x		
NA	Se ha considerado 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 tienen restringidas las actividades de soldadura dentro de la planta de distribución.	x			
NA	Se ha contemplado el sellado del piso de concreto para evitar infiltraciones de derrames al suelo natural.		x		
NA	Se ha considerado la instalación de un sistema que mantenga la presión del sistema contra incendio.		x		

4. 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 las operaciones que se desarrollan en la (Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

Para identificar los peligros se consideraron los siguientes factores:

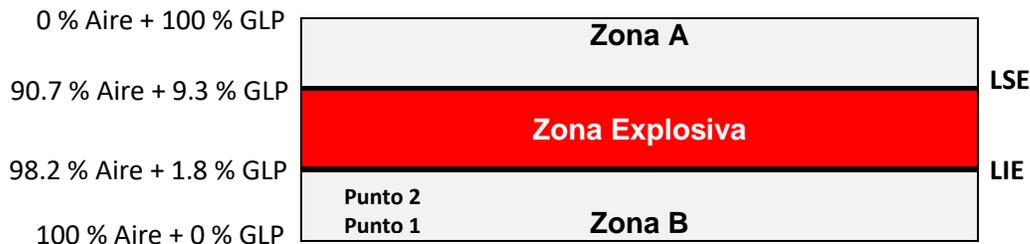
Características físico – químicas del GLP.

- **Propiedades químicas.**

El **Gas L.P.** es un gas inflamable y se clasifica con un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4) – por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno, además de sustancias oxidantes como el cloro, flúor y óxido nitroso. El Gas L.P. al mezclarse con el aire y oxígeno resultan explosivas al ubicarse dentro del rango de explosividad:

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



Donde:

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 Gas L.P. es significativamente más pesado que el aire, lo cual implica que éste fluya hacia abajo desplazando el aire por encima de éste, acumulándose éste en espacios cerrados o que pudiesen generar un confinamiento de este. Y en el caso de que no existiese una ventilación adecuada, la acumulación del Gas L.P. persistiría por varias horas.

El Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P.

De acuerdo con la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad del Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P., se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El Gas L.P. 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 Gas L.P. resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste (el Gas L.P.) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

- **Cantidad de Gas L.P. almacenada.**

La única sustancia que es empleada dentro del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P., es precisamente el gas licuado de petróleo, el cual es almacenado en dos tanques de tipo intemperie cilíndrico-horizontal de 250,000 litros agua al 100% cada uno. Debido a que se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de GLP, en dos recipientes de 378,500 litros al 100% cada uno, en total se tendría un almacenamiento de 1,257,000 litros.

Sin embargo, por buenas prácticas de ingeniería y por seguridad, solo se almacena el 80% de la capacidad total de los recipientes con los que cuenta la Planta y en un futuro con los que se pretende instalar, las cantidades de almacenamiento quedan establecidas de la siguiente manera:

- Tanque 1 y 2 contienen 250,000 litros, el 80% de su capacidad equivalen a 200,000 litros.
- Tanque 3 y 4 contendrán 378,500 litros el 80% de su capacidad equivalen a 302,800 litros.

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

- **Condiciones de operación.**

Las características del proceso que se desarrollará es también un factor importante a considerar, cuando en una instalación se llevan a cabo operaciones donde el control de las variables puede ser determinante para impedir o minimizar el peligro, es necesario considerar cuidadosamente estas. 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 (Tabla 4.1.) que maneja el **Gas L.P.** en la **instalación** son las siguientes:

Tabla 4.1. Condiciones de operación en la instalación

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De la toma de recepción de semirremolques a los tanques de almacenamiento.	14 - 7	21	Ambiente
De los tanques de almacenamiento a la toma de suministro de auto-tanques y a la toma de carburación de autoconsumo.	7-10	21	Ambiente
De la toma de recepción a los tanques de almacenamiento.	7-10	21	Ambiente
De los tanques de almacenamiento al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

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

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

El tipo de características, así como los criterios de diseño para la selección del equipo que es empleado en el trasiego de Gas L.P. puede representar peligros por su mal funcionamiento o por una posible falla de los mismos.

Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

- Tanques de almacenamiento (cuatro).
- Compresor (uno).
- Bombas (cinco).

Un sistema aparte es representado por las líneas de Distribución de Gas L.P. pues la tubería requiere ciertas condiciones para mantener su hermeticidad, además tiene instalados accesorios de seguridad para la protección contra las sobrepresiones que pudiesen presentar estas.

Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que están expuestas las 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 originen condiciones inseguras. Por eso es evidente que el mantenimiento eficaz contribuye con la seguridad de la *instalación*, por lo que la empresa, debe implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo, donde se efectúen 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 encuentren en condiciones para seguir operando, antes de que la avería se declare o genere mayor inconveniente.

- **Otras condiciones.**

Existen 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 labore en la Planta, el 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 4.2.) donde se presenta el tipo de riesgos a los que se está sometida el área geográfica donde se encuentran las instalaciones de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**

Tabla 4.2. Peligros en el área donde se encontrará **SONIGAS, S.A. DE C.V.**

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
a) Riesgos de origen geológico.			
Terremotos/sismos	x		Se localiza en la zona A de la regionalización sísmica el país, es decir, que tiene un peligro bajo de sismicidad.
Inestabilidad de laderas	x		Presenta una baja susceptibilidad de laderas inestables.
b) Riesgos de origen hidrometeorológico.			
Sequia		x	El área del proyecto tiene un grado de peligrosidad medio según la escala del Atlas Nacional de Riesgos (2019).
Tormentas eléctricas	x		La amenaza de tormentas eléctricas tiene un peligro bajo.
Inundaciones		x	Debido a las condiciones de su ubicación geográfica, la Planta de Distribución de Gas L.P., se ubica en un área con un índice muy alto de peligro de inundación.
Bajas temperaturas	x		El grado de peligrosidad es muy bajo por bajas temperaturas.
Ondas cálidas	x		En cuanto al peligro por ondas cálidas se presenta un índice muy bajo.
Ciclones tropicales		x	En cuanto a los ciclones tropicales, el peligro por la presencia de este fenómeno es muy alto dado que el proyecto se encuentra en una zona tropical.
Tipo de riesgo	No	Si	Observación
c) Riesgos de origen socio-organizativo.			
Concentraciones masivas de población	x		En consulta con el Atlas Nacional de Riesgo cerca del área del proyecto no se encuentran concentraciones masivas de población, de acuerdo a lo reportado por INEGI, 2016.
Sabotaje y terrorismo	x		----
d) Riesgo de origen químico – tecnológico.			
Peligro por sustancias inflamables	x		De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias inflamables, en Playa del Carmen, Quintana Roo no han ocurrido eventos.
Peligro por sustancias tóxicas	x		De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias tóxicas, en Playa del Carmen, Quintana Roo no se han reportado incidentes.
d) Riesgos de origen sanitario-ecológico.			
Contaminación del agua	x		En el área del proyecto, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos no se presenta riesgo de toxicidad en el agua.
Contaminación del suelo	x		De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, se cataloga el área del proyecto no presenta contaminación de suelo.
Epidemias		x	De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en la región donde se encuentra el área del proyecto se presentó un índice muy alto de Dengue de acuerdo con el CENAPRED, 2019.

5. Análisis histórico de accidentes e incidentes.

De acuerdo con 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 con el “*Historical analysis of accidents in chemical plants and in transportation of hazardous materials*”.



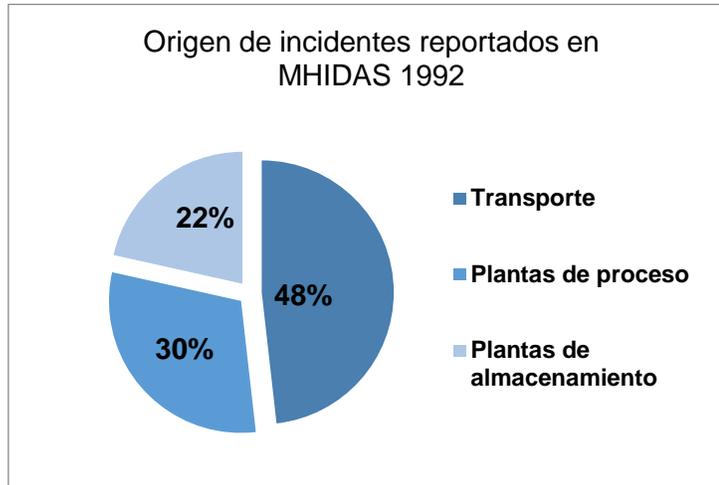
A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

Tabla 5.1. Tipos de incidentes.

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

- ⇒ Falla mecánica (21 %).
- ⇒ Impacto (27 %).
- ⇒ Error humano (11 %).
- ⇒ Falla de instrumentación.
- ⇒ Falla de servicios.
- ⇒ Reacción violenta.
- ⇒ Eventos externos (12 %).
- ⇒ Condiciones anormales.

Causas específicas por impacto:

- ⇒ Vías de ferrocarril 35.2 %.
- ⇒ Carreteras 25.1 %.
- ⇒ Otro vehículo 12.7 %.
- ⇒ Objeto pesado.
- ⇒ Proyectil.
- ⇒ Grúa.
- ⇒ Equipo de excavación.
- ⇒ Colisión entre barcos.
- ⇒ Colisión entre barco y tierra.

Causas específicas por falla mecánica:

- ⇒ Fuga de válvula 16.7 %.
- ⇒ Sobrepresión 11.8 %.
- ⇒ Falla metalúrgica 8.4 %.
- ⇒ Sobrecalentamiento.
- ⇒ Sobrecarga.
- ⇒ Corrosión.
- ⇒ Fallo de soldadura.
- ⇒ Fatiga.
- ⇒ Uso de materiales incompatibles.
- ⇒ Fallo en acoplamiento o brida.
- ⇒ Fallo en manguera.

Causas específicas por factores humanos:

- ⇒ Operación en general 32.7 %.
- ⇒ Procedimientos 18.4 %.
- ⇒ Administración 5.8 %.
- ⇒ Sobrellenado.
- ⇒ Accidente de en drenaje.
- ⇒ Venteo accidental.
- ⇒ Mantenimiento general.
- ⇒ Fallo por aislamiento/drenaje antes de desacoplamiento.
- ⇒ Comunicaciones.
- ⇒ Error de diseño.
- ⇒ Error en la instalación.
- ⇒ 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 de 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.

Es importante no perder de vista que la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es suministrada mediante semirremolques los cuales son descargados a través de las tomas de recepción y del compresor C-1. El *GLP* es almacenado temporalmente en dos recipientes de 250,000 litros agua al 100% cada uno (debido a que se proyecta aumentar la capacidad de almacenamiento se pretende instalar dos tanques de 378,500 litros agua al 100% cada uno, teniendo una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros) para su posterior distribución mediante auto-tanques y recipientes transportables.

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

- a. Mangueras.
- b. Válvulas.
- c. Bombas.
- d. Compresor.
- e. Tubería.
- f. Tanques presurizados.

Cabe mencionar que los elementos antes mencionados son susceptibles a impactos, fallas mecánicas, errores humanos de operación y mantenimiento.

6. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares.

La historia registra accidentes con GLP, tal es el caso del accidente ocurrido en las instalaciones de la Terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatepec en la zona conurbana de la Ciudad de México en 1994 entre otros a nivel mundial ver (Tabla 6.1.).

Tabla 6.1. Antecedentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
05/02/02	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000 L, correspondiente a un total de 120 m 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.	Las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).
22/01/97	Explosión en una planta de distribución de gas licuado.	Propano.	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.	Corrosión de tuberías.	La explosión lesionó a un trabajador. El daño material ascendió al 175.000 EUROS.	No proporcionado.	La estación entera de carro-tanques fue renovada, incluyendo sus tuberías. Además, se instaló un sistema de alarma por gas, conectado con un sistema de paro automático de emergencia.

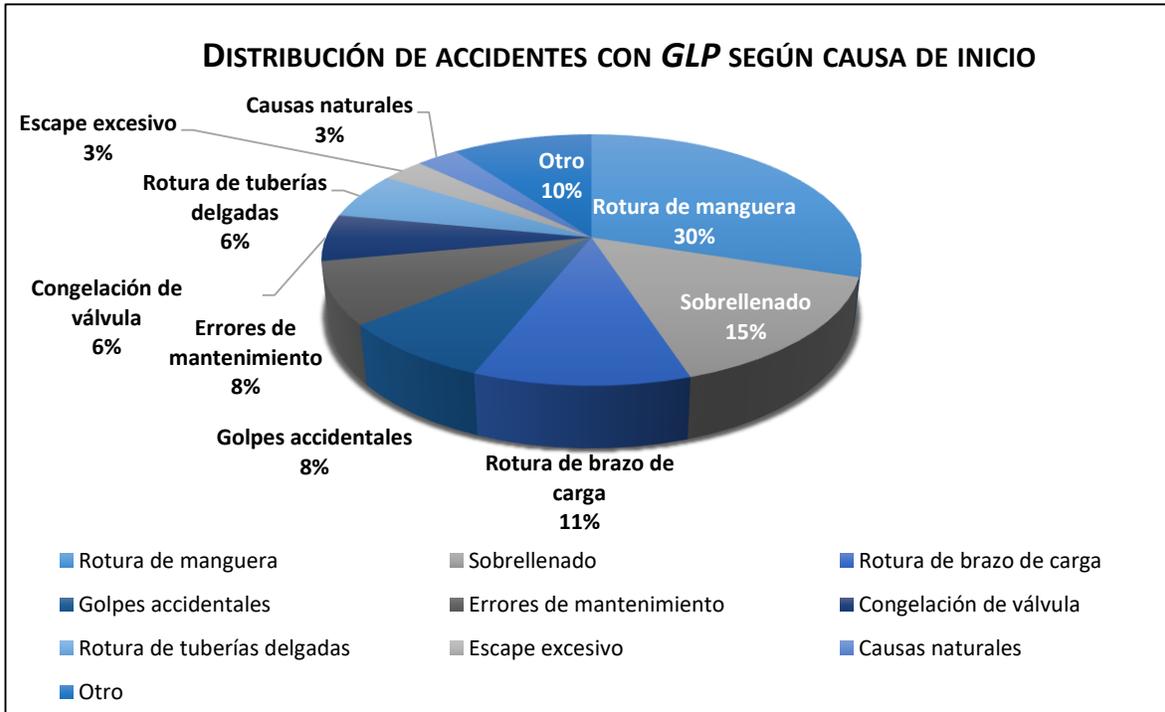
Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
17/09/01	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	El accidente involucró al tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP, la cual consiste en 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m ³ cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m ³ cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m ³ . 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 11 am., 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.	La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Cuando el accidente ocurrió el operador estaba desmantelando la válvula de relevo. Cuando notó la liberación 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.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
15/03/96	<p>Liberación de propano durante la descarga de un semirremolque (35 m³) a la instalación fija a través de una manguera.</p> <p>Ignición y explosión de la nube de vapor formada.</p>	Propano	<p>El accidente ocurrió cuando un trabajador de la compañía descargaba propano de un semirremolque (~35 m³) a la planta fija vía un tubo flexible. Por razones todavía no claras, ocurrió una liberación considerable del gas. La nube de vapor invadió la planta. No pudiendo parar la fuga, el trabajador dio la alarma a los bomberos, al ferrocarril (cuyas vías se encontraban cerca) etc. Después de la llegada de los bomberos, ocurrió una primera explosión, seguida por un incendio. El fuego envolvió a las dos motobombas de los bomberos, al conductor del semirremolque y al empleado que había dado la alarma. El tanque del semirremolque se agrietó en la parte superior (un agujero de cerca de 500 milímetros) con la liberación de una cantidad grande de propano y la formación de una pequeña bola de fuego. La radiación del incendio causó la explosión de un semirremolque próximo que contenía pocos litros de Gas LP. Un fragmento de este recipiente (1500 milímetros de largo) fue encontrado a una distancia de 500 m, después de que provocó el desplome del techo de una casa unifamiliar cercana. El fuego, además de destruir las dos motobombas de los bomberos, afectó a 2 otros semirremolques que contenían 12 y 35 m³ de propano y a un semirremolque vacío (12 m³), así como a 2 carro tanques del ferrocarril que esperaban para descargar (capacidad 70 m³).</p>	Liberación accidental de propano, ignición y explosión de la nube de vapor debido a causas todavía no establecidas.	<p>Efectos sobre la gente: El empleado de la compañía (vigilante) junto con dos bomberos murieron algunos días después en el hospital de lesiones serias y de quemaduras. 2 empleados de la compañía tuvieron quemaduras en la cara y las manos y se recuperaron en el hospital. 10 bomberos recibieron quemaduras más o menos serias y fueron hospitalizados. Daño material: El derrumbamiento parcial del edificio de oficinas del establecimiento, rotura de tuberías aéreas que conectaban con las instalaciones fijas, daños a la planta de envasado y equipo de descarga. Daños al exterior debido al lanzamiento de fragmentos del recipiente parcialmente vacío que estallo. Otros daños externos (rotura de cristales, etc.) que se determinarán.</p>	<p>Internas: Alarma dada por el operador asignado a la descarga del semirremolque. Externas: acciones del personal del establecimiento para parar el tráfico en el camino al establecimiento. Llamada telefónica al ferrocarril próximo para parar los trenes en circulación (esto era una acción superflua puesto que ningún tren circulaba en aquel momento debido a una huelga nacional). Petición de evacuación de casas próximas por las autoridades externas en un radio de los 400 m alrededor del establecimiento. Las personas evacuadas (hasta la mañana siguiente) eran cerca de 250.</p>	<p>Después de la construcción del establecimiento en 1963, muchas residencias se han construido alrededor, sin la consideración de los riesgos. Las consecuencias habrían sido más serias en caso de BLEVE o de UVCE, implicando también el lado externo del establecimiento (según lo previsto en el informe de seguridad). Tales circunstancias deben ser evitadas en el futuro aplicando los directorios del " supuesto; SEVESO II" en el planeamiento de utilización del suelo en caso de una planta con riesgo de accidentes importantes.</p>

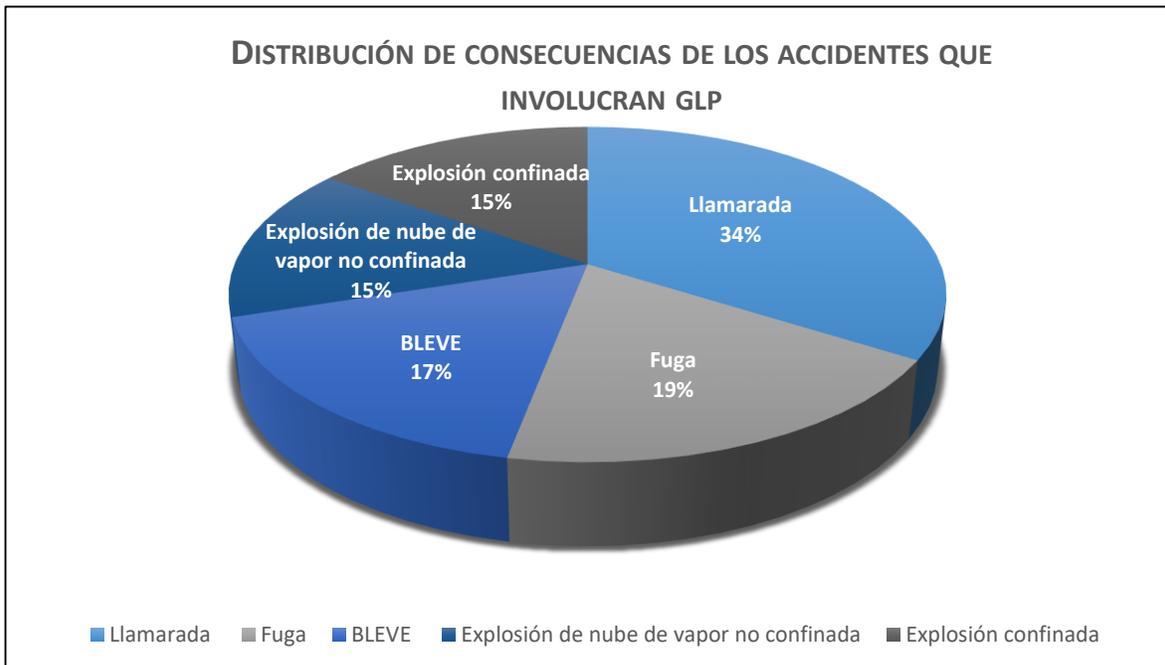
Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
19/07/96	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	Butano comercial. 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).	La planta en la cual el accidente ocurrió tiene como actividad principal la carga, descarga, almacenamiento, transferencia y llenado de cilindros de Gas LP, además de su mantenimiento. La capacidad global de la planta es 31,000 m ³ . La liberación originada en la línea de entrada de 6" de uno de los tanques esféricos de 6000 m ³ , se debió a la abertura de una válvula, con la consiguiente formación de un charco que se evaporó formando una nube inflamable que deflagró cuando alcanzó una fuente de ignición a 200 m., produciendo una onda de presión y una onda de radiación térmica (UVCE), causando diversos efectos, entre otros también una fatalidad. Después de la deflagración de la nube, el charco y el producto fugado de la tubería se incendiaron y solo pudieron ser apagados después de una hora.	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierto 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.	Una investigación está en curso para definir las causas, se aseguraron de que las válvulas estén fijadas cuando están desactivadas. Se requiere una mejor estrategia de comunicación de emergencias.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
26/01/98	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	En 26/01/1998, en una planta de suministro de gas licuado la falla de una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. A la hora del acontecimiento, la planta estaba fuera de operación. 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) junto con una evaluación de la situación; además de la situación en el establecimiento indican que la causa más probable es una fabricación defectuosa o un defecto en el material.	Junta de una válvula.	Un bombero sufrió la congelación menor de una mano.	Después del inicio de la falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas.	Debido a la falla de un fuelle usado para sellar una válvula no se puede excluir, se debe instalar una protección secundaria. Tal protección tan secundaria contra la liberación de sustancias puede ser una junta suplementaria en el huso de la válvula (eje de la válvula) o por una cubierta del resorte a prueba de gas. La seguridad y la confiabilidad requeridas de las válvulas de sobre flujo/control se podían garantizar por una prueba de componentes, similar a una prueba de las válvulas de seguridad.

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:



7. Identificación de peligros potenciales.

Con base a la actividad que se realiza en la Planta de Distribución de Gas L.P. y a 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.

Una explosión de Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 de Distribución de Gas L.P., son las siguientes:

- ⇒ Acoplamiento deficiente entre el medio de transporte de Gas L.P. (semirremolque) y la línea de descarga que irá hacia el tanque de almacenamiento de la Planta.
- ⇒ Por fuga y/o escape súbito de las líneas de distribución del sistema de trasiego, ya sea por falta de mantenimiento o por falla en los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas que serán instalados.
- ⇒ Fuga en los aditamentos del tanque de almacenamiento (coples que serán instalados para los instrumentos de medición 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 BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un gas o un líquido – en este caso el Gas L.P. – a alta presión, se sobrecalentará este originaria que la sustancia de evaporará o se expandiera 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. Este tipo de eventualidad es un caso especial del estallido de un recipiente sujeto a presión, en el que ocurre un escape tan repentino a la atmosfera 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 de este.

Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno lo que lo podría desencadenar es lo siguiente:

- ⇒ 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 Gas L.P.; pudiendo desatarse los siguientes eventos, derivado la fuga o derrame de éste.

- **Incendio tipo dardo de fuego (Jet Fire).**

Este tipo de accidente está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en el depósito para el almacenamiento temporal de Gas L.P. (recipientes transportables y tanque 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 (Fire Ball).**

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

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 (NVNC).**

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 (Pool Fire).**

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.

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.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Karen Sánchez Rugerio. Fecha de reunión: febrero 2020 Área: Descarga semirremolques				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Descarga de semirremolques (trasiego de GLP por medio del compresor C-1).	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 reciban. Monitor de agua contra incendio.
	Deficiencia en el 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. Inspección de fugas
	Deficiencia en el procedimiento de frenado de semirremolques.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	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.
	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.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Karen Sánchez Rugerio.
Fecha de reunión: febrero 2020
Área: Almacenamiento GLP

Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Almacenamiento de 500,000 L de GLP en 2 recipientes presurizados de 250,000 L agua al 100% cada uno (7 kg/cm ²). *	Impacto por BLEVE de un recipiente para transporte.	Falla de integridad del tanque de almacenamiento. Fuga y explosión. BLEVE.	IV	Capacitación al personal en procedimientos de emergencia. Registro de pruebas de espesor del recipiente de almacenamiento de GLP.
	Sobrepresión/sobrellenado Falla del medidor de nivel. Alta temperatura.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Medidor de nivel tipo radar con alarma. Capacitación al personal en procedimientos de emergencia.
	Corrosión.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de pruebas de espesor del recipiente de almacenamiento de GLP. Mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo.
	Falla soldadura del tanque.	Falla de integridad mecánica del tanque 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.

*Debido a que se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de la Planta, se proyecta instalar 2 recipientes de 378,500 L agua al 100% cada uno, es decir, la cantidad total de almacenamiento que se tendrá es de 1,257,000 L agua al 100%.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Karen Sánchez Rugerio.
Fecha de reunión: febrero 2020
Área: Suministro de auto-tanques/toma de carburación de autoconsumo

Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Suministro a auto-tanques (trasiego de GLP por medio de las bombas B-4 y B-5)/toma de carburación de autoconsumo por medio de la bomba B-3	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	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.
	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	Pruebas periódicas al sistema de paro de emergencia.
	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.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar – Karen Sánchez Rugerio.
Fecha de reunión: febrero 2020
Área: Suministro a recipientes transportables

Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Suministro a recipientes transportables (trasiego de <i>GLP</i> por medio de las bombas B-1 y B-2) 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 <i>GLP</i> . 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 recipientes con recubrimiento anticorrosión, recipientes nuevos conforme a la NOM-008-SESH/SCFI-2010.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Válvulas de actuación remota con actuador neumático.
	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.

B) EVALUACIÓN DE PELIGROS.

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 Gas L.P., en el cual se limitarán al trasiego de Gas L.P. – 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 – *check list* – 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 Gas L.P., 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 lleven 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...?**

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

Asimismo, y de acuerdo con la naturaleza de las eventualidades que se podrían suscitar en las instalaciones y que están asociadas al manejo de Gas L.P., 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 que dentro de las ventajas que ofrece esta técnica o metodología, se encuentra la factibilidad para ser aplicada a cualquier proyecto, ya sea de nueva creación o en operación (como es el caso de la Planta de Distribución de Gas L.P.) propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, de igual manera se verifica que de acuerdo con la información de la que se dispone, la aplicación de la técnica se ajusta totalmente a ésta.

- **Descripción del What If...?**

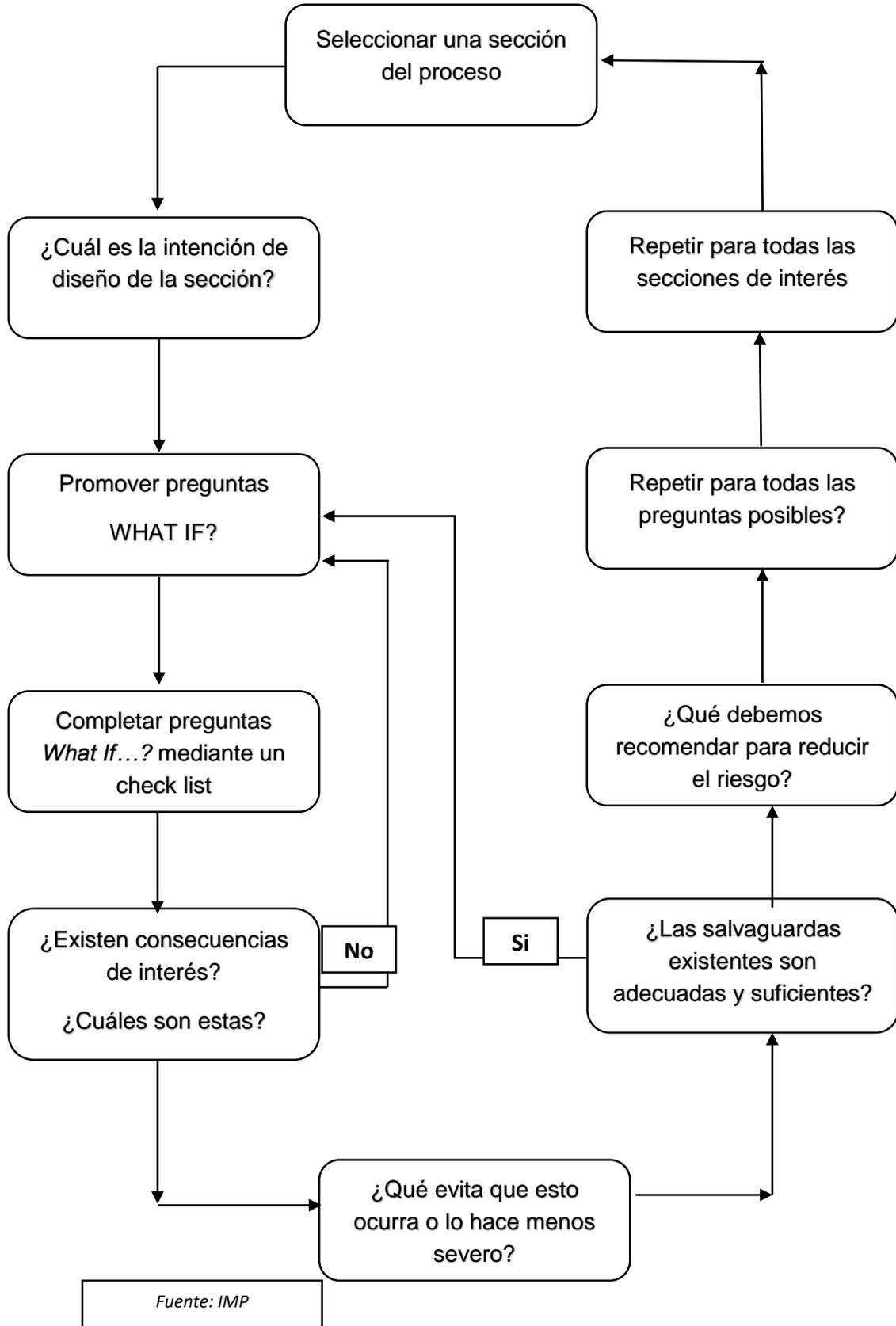
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

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

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

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



- **Ámbito de aplicación.**

Para el caso de del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, se aplica 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** – dos recipientes con capacidad de almacenamiento de 250,000 litros agua al 100% cada uno. Se proyecta la instalación de dos recipientes con capacidad de 378,500 litros agua al 100% cada uno. La capacidad total de almacenamiento será de 1,257,000 L al 100% agua.
- ⇒ Tomas de recepción (descarga de **semirremolques**).
- ⇒ Tomas de suministro (carga de **auto-tanques**).
- ⇒ Toma de carburación de autoconsumo.
- ⇒ **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 B.1.):

Tabla B.1. Terminología utilizada en el 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 B.2.):

Tabla B.2. Preguntas típicas del análisis WHAT IF?.

¿Qué pasa sí...	Un componente específico falla en una condición específica?
¿Qué pasa sí...	Un componente específico 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 B.3.):

Tabla B.3. Principales causa y consecuencias.

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

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:

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.

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 de la Planta de Distribución de Gas L.P. se consideran diversos eventos, cabe destacar que las probabilidades de ocurrencia de dichos eventos resultan ser poco probables debido a los sistemas de seguridad previstos, y a los procedimientos de seguridad que se implementan en las instalaciones. De igual forma, se revisa el equipamiento, los procedimientos y todas las acciones precautorias de seguridad de acuerdo a la experiencia que se posee de otros proyectos semejantes.

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS.

MATRIZ DE RIESGO DE FATALIDADES.

Fatalidades						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M	A 1.1.5, 1.1.6 a)	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.6 b), 1.1.7, 1.1.8, 1.1.11, 1.1.13, 1.2.1 a), 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.4.1	M 3.3.2,	M 1.1.9, 1.1.10, 1.1.12, 1.3.3 b), 1.3.5 a)	A 1.1.1,1.1.2,1.1.3,1.3.2, 1.3.3 a), 1.3.4, 1.3.5 b), 1.3.6, 1.3.9, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b), 3.1.1,3.1.2, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1, 5.1.2, 5.3.1,	B 3.3.1,	M 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1,	M 3.1.4, 3.4.2,	A 1.1.4, 1.2.4
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.3, 4.1.3, 5.2.1,	B	B 2.1.1, 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
<p>Clasificación</p> <p>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</p>						

MATRIZ DE RIESGO DE LESIONADOS.

Lesionados						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M 1.1.5, 1.1.6 a)	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.7, 1.1.8, 1.1.11, 1.1.13, 1.2.1 a), 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.4.1,	M 1.1.1,1.1.2, 1.1.3, 1.1.6 b), 1.1.9, 1.1.10, 1.1.12, 1.3.3 a), 1.3.4, 1.3.5 b), 1.3.6,1.3.9, 3.3.2, 3.4.2,	M 1.3.2, 1.3.3 b), 1.3.5 a), 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b), 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1, 5.1.2,	B 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,	M 3.1.4,	M 1.1.4, 1.2.4	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.3, 4.1.3, 5.2.1,	B	B 2.1.1, 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
<p>Clasificación</p> <p>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</p>						

MATRIZ DE RIESGO DE LIBERACIÓN DE HIDROCARBUROS.

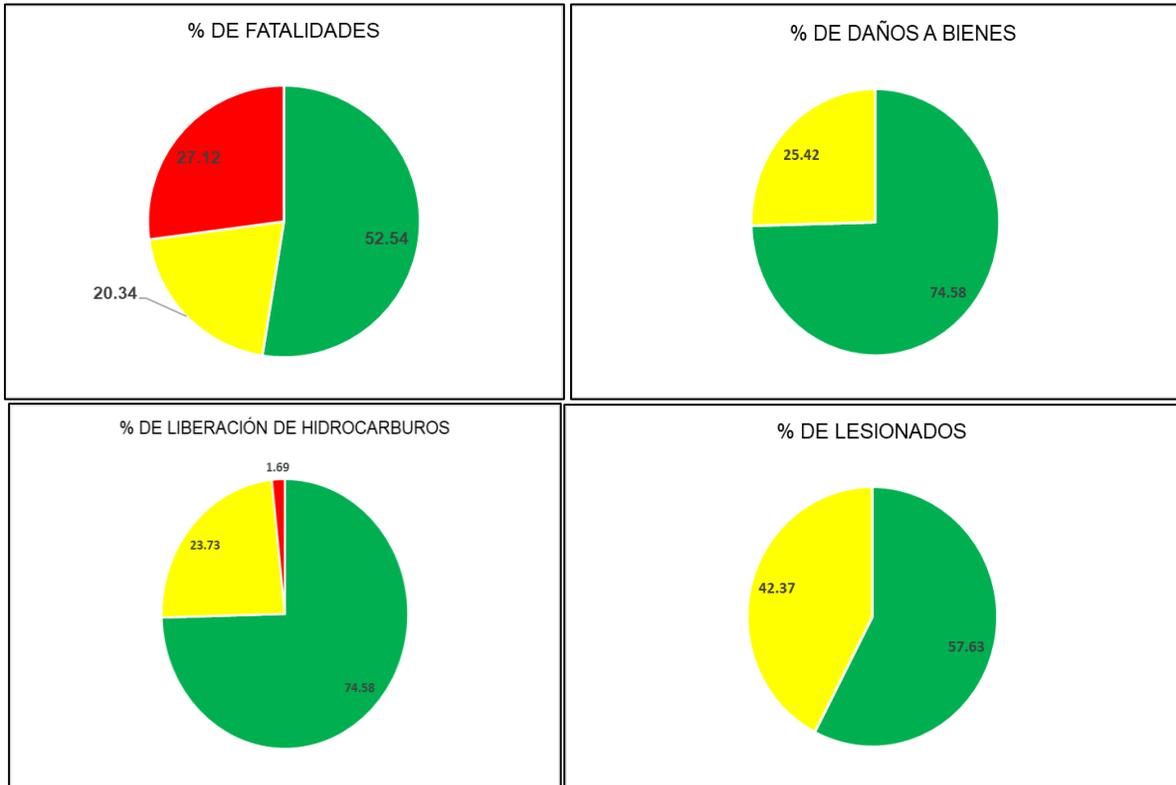
Liberación de hidrocarburos						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M 1.1.5, 1.1.6 a)	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.2, 1.1.6 b), 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.1.13, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3 b), 1.3.5 a), 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 3.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.4.12	M 1.1.3, 1.2.1 a), 1.3.2, 1.4.1	M 1.3.3 a), 1.3.4, 1.3.5 b), 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2,	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.2.1, 3.2.2, 3.4.1, 4.3.1, 5.1.2,	B 1.2.1 b), 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,	M 3.3.1,	M 1.1.4	A 1.2.4
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 2.1.1, 3.1.3, 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
<p>Clasificación</p> <p>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</p>						

MATRIZ DE RIESGO DE DAÑO A BIENES.

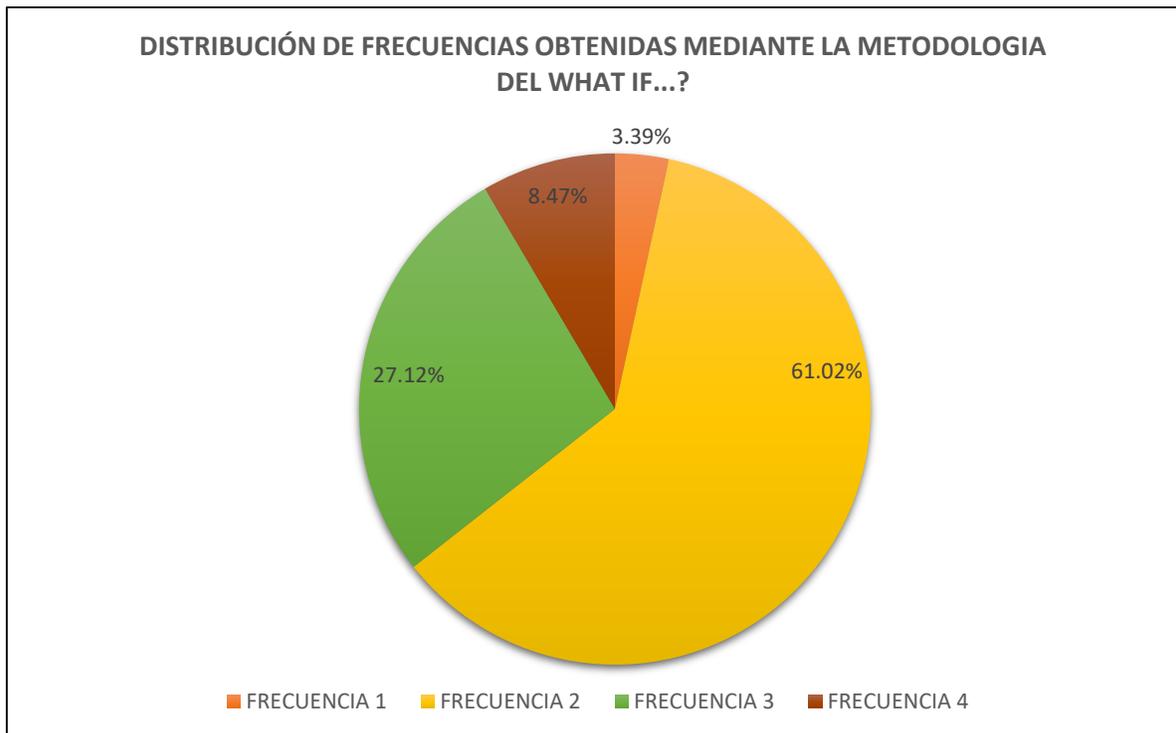
Daño a bienes						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M 1.1.5, 1.1.6 a)	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.2, 1.1.6 b), 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.1.13, 1.2.1 a), 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3 b), 1.3.5 a), 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.4.1	M 1.1.3, 1.3.2, 1.3.3 a), 1.3.4, 1.3.5 b), 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2, 3.4.2,	M	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1, 5.1.2,	B 1.2.1 b), 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,	M 1.1.4, 3.1.4, 3.3.1,	M 1.2.4	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.3, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1,	B 2.1.1,	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 45.71%, siendo este el valor más alto para fatalidades, es decir, el 45.71% de los casos presentarían fatalidades siendo que el porcentaje de riesgo medio para liberación de hidrocarburo se encuentra por el 34.29%, 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 62.86% 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 62.86% 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 que equivale al 86.11% lo cual indica que la ocurrencia de estos 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:

EVENTOS CON FRECUENCIA 2

Frecuencia 2	
Casos	Riesgo
1.1.7, 1.1.8, 1.1.11, 1.1.13, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 3.1.1, 3.1.2, 3.4.1	B
2.3.2, 2.4.2	M
1.1.6 b), 1.1.9, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1 a), 1.3.3, 1.3.5	M B
1.1.1, 1.1.2, 1.3.1, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A M B
1.1.3, 1.2.4, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.9	M A

CLASIFICACIÓN DE LOS CASOS CONFORME A LA CAUSA.

Casos	Causa
1.1.1	Error humano durante trasiego
1.1.2	
1.1.3	Equipo fuera de especificación Error humano durante trasiego
1.1.6	Error humano durante trasiego Falta de calibración
1.1.7	Causas externas
1.1.8	Error humano durante trasiego
1.1.9	Error humano durante trasiego
1.1.10	Error humano durante trasiego
1.1.11	Error humano durante trasiego
1.1.12	Error humano durante trasiego
1.1.13	Error humano durante trasiego
1.2.1	Error humano durante trasiego Falta de calibración
1.2.2	Error humano durante trasiego Causas externas
1.2.3	Causas externas
1.2.4	Causas externas
1.3.1	Error humano durante trasiego
1.3.2	Error humano durante trasiego
1.3.3	Error humano durante trasiego
1.3.4	Error humano durante trasiego
1.3.5	Equipo fuera de especificación
1.3.6	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.3.7	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.3.8	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.3.9	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.3.10	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.4.1	Error humano durante trasiego
1.4.2	Error humano durante trasiego
1.4.3	Error humano durante trasiego
1.4.4	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
2.3.2	Falta de mantenimiento
2.4.2	Error humano
3.1.1	Causas externas
3.1.2	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
3.4.1	Falta de mantenimiento

Cabe mencionar que la mayoría de los casos presentan una “Frecuencia 2”, es decir, obtuvieron un nivel de Riesgo B, que tienen como causa principal errores humanos durante el trasiego, que son actividades por la diversidad de variables que implican y sin el mantenimiento de las medidas apropiadas podrían implicar el aumento de dicha “Frecuencia” y con esto, aumentar el Riesgo.

Lo anterior indica que es más frecuente que ocurran eventos en las áreas de recepción y suministro donde se llevan a cabo las actividades de trasiego por los operadores, para los casos 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”.

C) DETERMINACIÓN DETALLADA 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
1.1.1	001	2 x 2 = A	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 0 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <10 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.1.2	002	2 x 2 = A	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 - 3 0 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <10 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.1.3	002	2 x 2 = A	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
		2 x 4 = M			
		2 x 4 = M			
		2 x 4 = M			
1.1.4	003	3 x 1 = A	Descarga de semirremolques	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1000 años)	Fatalidades - 1 >10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 2 10 100 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 2 10 a 100 toneladas Daño a bienes - 4 100 000 a 1 000 000 dólares
		3 X 2 = M			
		3 X 2 = M			
		3 X 3 = M			

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	
1.1.5	004	1 x 3 = A	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 x 4 = M				
		1 x 5 = M				
		1 x 5 = M				
1.1.6 a)		004	1 x 3 = A	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 x 4 = M			
			1 x 5 = M			
			1 x 5 = M			
1.1.9		004	2 x 3 = M	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
			2 x 4 = M			
			2 x 5 = B			
			2 x 5 = B			
1.1.10		004	2 x 3 = M	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
			2 x 4 = M			
			2 x 5 = B			
			2 x 5 = B			

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
1.1.12	004	2 x 3 = M	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
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.2.4	005	3 x 1 = A	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
		3 X 2 = M			
		3 x 1 = A			
		3 X 2 = M			
1.3.2	006	2 x 2 = A	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 -3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 tonelada Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.3 a)	007	2 x 2 = A	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
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			

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
1.3.4	007	2 x 2 = A	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
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.5 b)		2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.6		2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.9		2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques y vehículos de la propia empresa.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			

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
1.4.1	008	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades – 2 1 a 10 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
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
1.4.3	009	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 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 – 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.4.4	010	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 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 – 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			

D) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

EVENTOS QUE PUDIERAN SUSCITARSE EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

SUBSISTEMA 1: DESCARGA DE SEMIRREMOLQUES.

ESCENARIO 001: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DEL ACOPLADOR DEL SEMIRREMOLQUE DURANTE EL TRASIEGO.

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 la válvula de control remoto neumática.

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

ESCENARIO 002: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE LA SÚBITO DESPRENDIMIENTO DE MANGUERA, MIENTRAS EL COMPRESOR CONTINÚA 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 a los tanques de almacenamiento es C-1 marca BLACKMER modelo LB-601 con una capacidad nominal de líquido de 1,177 LPM con un desplazamiento de vapor de 91.6 m³/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 DEBIDO A QUE LA SOBREPRESIÓN EN EL RECIPIENTE SUPERA EL LÍMITE A CAUSA DE LA ACCIÓN CONTINUA DEL FUEGO.

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/m² para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos, según lo referenciado en *Methods for the determination of possible 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/m² (intensidad de radiación crítica para el acero), por lo que bajo estas condiciones la radiación térmica generada por el dardo sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
- ⇒ 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 LA 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 2: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

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.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P., con capacidad de 250,000 litros o del recipiente de 378,500 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 considera que durante este suceso el recipiente de 250,000 litros se encuentra al **80%** de su capacidad, esto es 200,000 litros.

Para el caso del recipiente de 378,500 litros también se considera se encuentra al **80%** de su capacidad, es decir, 302,800 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 3: SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES.

ESCENARIO 006: 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.

Si un auto-tanque estuviera cargando Gas L.P. 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 Gas L.P., 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 **606 LPM**, a una presión de **3.0 kg/cm²**.

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

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

La primera se refiere a la emisión por la liberación de Gas L.P. en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro. La segunda de ellas se refiere a la emisión de Gas L.P. en fase líquida producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto y que trabaja a razón de 606 LPM.

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.

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba B-4 ó B-5 marca Blackmer modelo LGL3E. 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 60 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 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 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.

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 0.6” 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.

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 Gas L.P. 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 DEL 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 **Gas L.P.**).

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.

E) ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS.

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 E.1.)

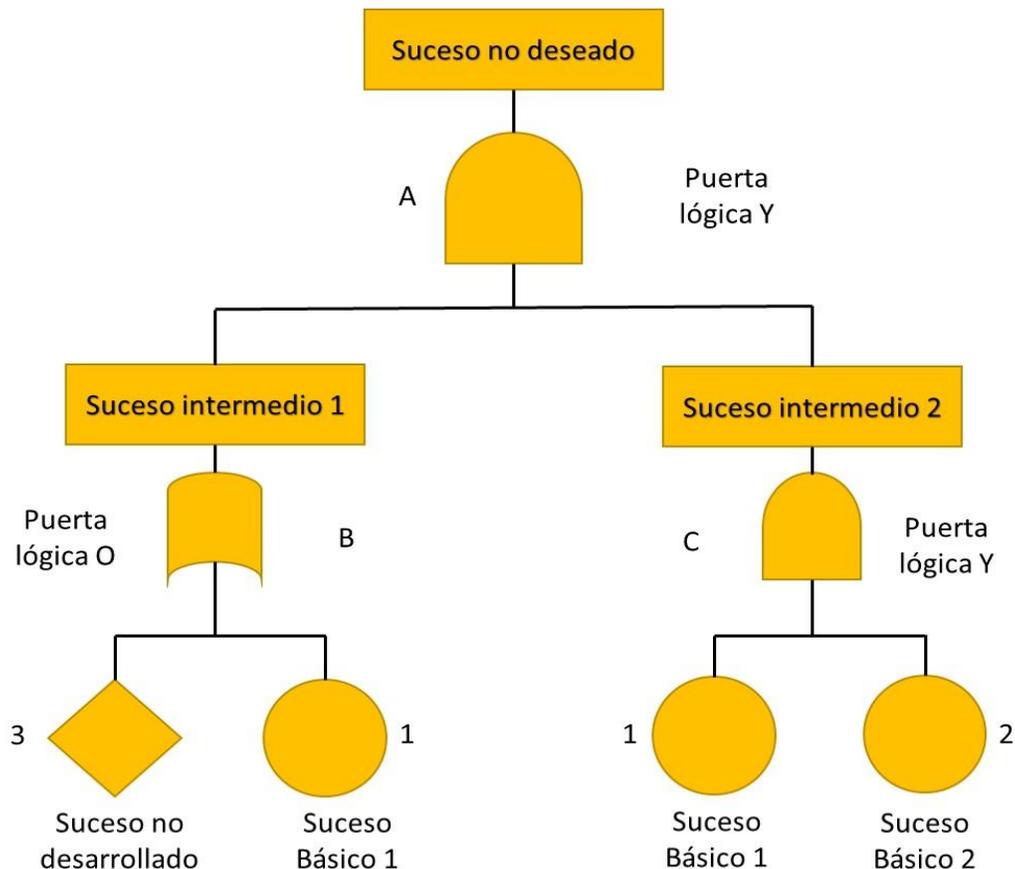


Figura E.1. Representación de un árbol de fallas.

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

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

- ⇒ Definir el evento máximo (falla del sistema de interés).
- ⇒ Definir los límites y condiciones iniciales.
- ⇒ Definir la estructura del árbol.
- ⇒ Seguir el flujo de las fallas.

⇒ Hacer el árbol de fallas adecuado al propósito del estudio.

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

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

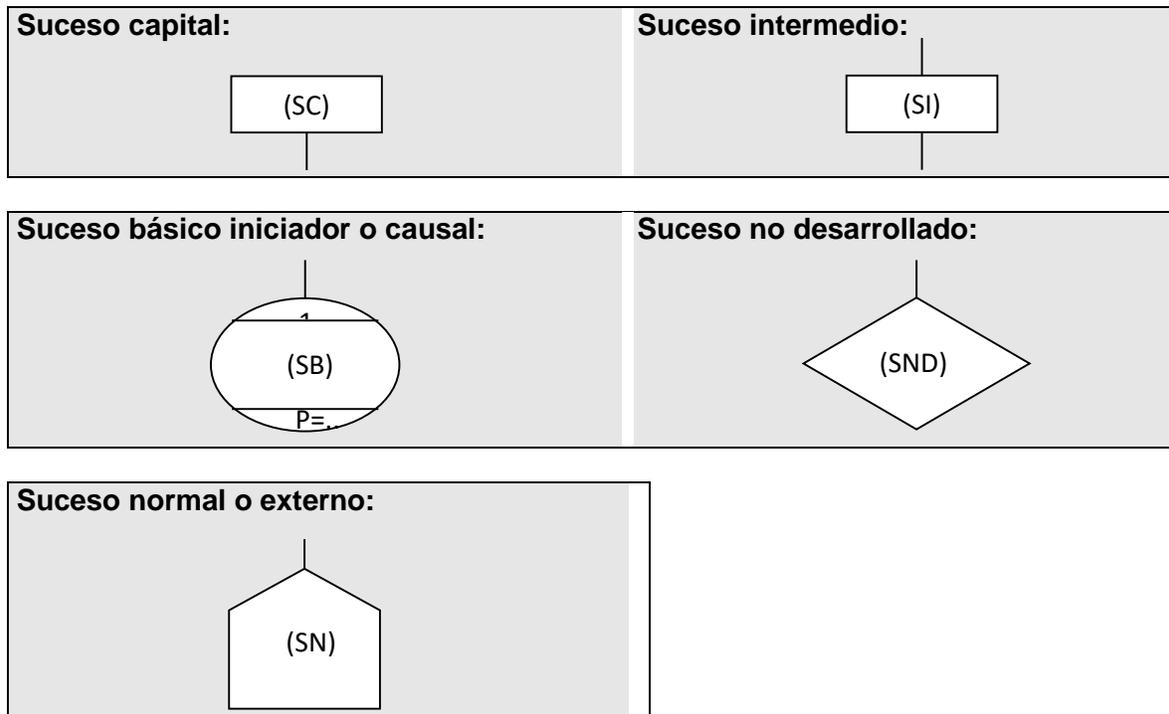
- **Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas.**

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

Relación causa – efecto: líneas _____

Sucesos:

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

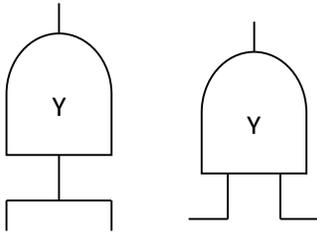


- **Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.**

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.

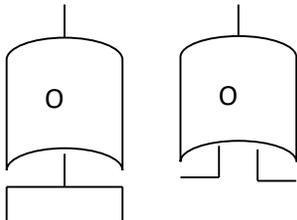


PUERTAS “Y”

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”.

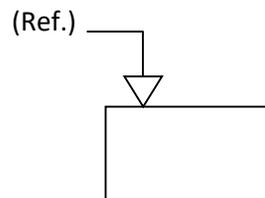
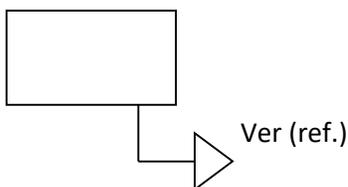


PUERTAS “O”

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 y 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. serán:

1. Fuga y explosión en el área de recepción de Gas L.P. (semirremolques).
2. Fuga y explosión en el área de suministro de Gas L.P. (auto-tanques).
3. Explosión en el área de almacenamiento de Gas L.P. (2 tanques de 250 m³ y 2 tanques de 378.5 m³)
4. Fuga y explosión en el muelle de llenado de recipientes transportables.

La asignación de probabilidades se realizó con base en la siguiente (Tabla E.1.) de valores:

Tabla E.1. 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.

NOTA₁: 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.

NOTA₂: Esta metodología se realiza para hacer conciencia de que la probabilidad de ocurrencia es muy baja, casi improbable de que suceda, sin embargo, es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) de la Planta de Distribución de Gas L.P. 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 obtuvieron los eventos máximos identificados (Tabla E.2.):

Tabla E.2. 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}
004 008	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 de uno de los recipientes de almacenamiento de la instalación de 250,000 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 cuenta la Planta de Distribución de GLP 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 **004, 010, 007, 001, 002, 006 y 009**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Evento catastrófico:

Si bien, la probabilidad el evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **005** (BLEVE del 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 las instalaciones de la planta de gas cuentan 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:

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

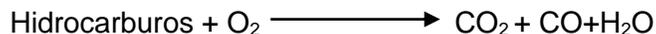
$$Daño = \frac{CERO - Víctimas}{Por - BLEVE - en empresas - privadas}$$

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

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

F) DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS 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:



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

Se tienen diferentes modelos de fuego:

- ⇒ Alberca de fuego (Pool Fire).
- ⇒ Chorro de fuego (Jet Fire).
- ⇒ Llamarada (Flash Fire).
- ⇒ 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 Gas L.P. 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, 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 BLEVE'S 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 (Fire Ball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

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

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

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE.

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

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

Termodinámica de la BLEVE.

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la (Figura F.1.), es decir, 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.

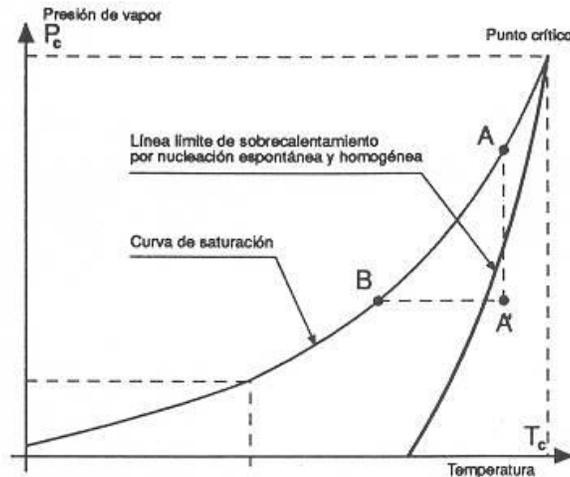


Figura F.1. Curva de saturación presión-temperatura

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 (Figura F.1.) 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 Gas L.P. los efectos serán tanto mecánicos como térmicos. En orden decreciente de importancia por daño a las personas esta:

- a. Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).
- b. Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional).
- c. 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.

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 Gas L.P.:

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

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

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

• **BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA).**

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

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó. Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego (Figura F.2.).

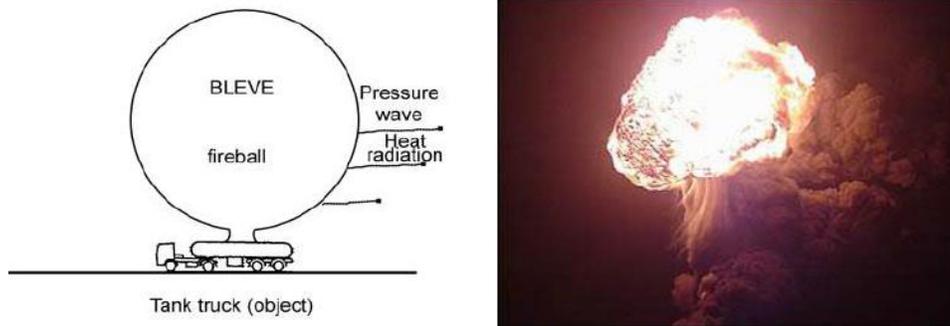


Figura F.2. Representación de una bola de fuego (Fire Ball).

Es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada (Figura F.3.), tales como:

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

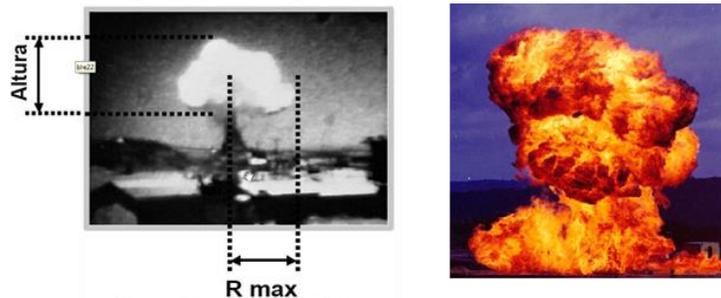


Figura F.3. Características de la bola de fuego.

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 $10 kW/m^2$ 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 F.1.).

Tabla F.1. Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988).

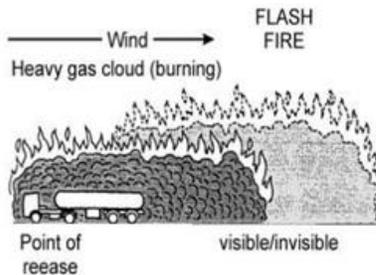
INTENSIDAD (kW/m^2)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
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.
1.5	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que para definir y justificar las zonas de seguridad por al entorno de las instalaciones, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo $5 kW/m^2$ o $1500 BTU/pe^2 \cdot h$ y para la Zona de Amortiguamiento: $1.4 kW/m^2$ o $440 BTU/pe^2 \cdot h$

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

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

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



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

Los efectos de este tipo de incendio son:

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

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radiación 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, GLP en caso de las plantas de distribución de gas l.p. Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continuo se desembocará en un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente (Figura F.4.).



Figura F.4. Características de un dardo de fuego (Jet Fire).

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 F.5.).

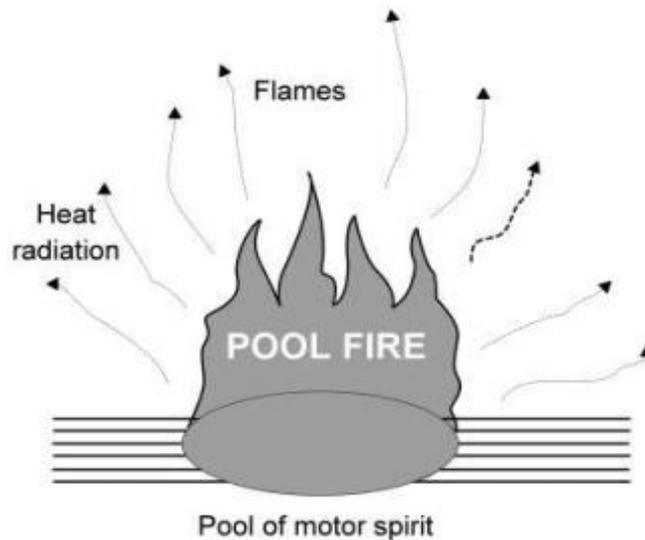


Figura F.5. Características de un charco de fuego (Pool Fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

Los efectos negativos de éste tipo de evento fundamentalmente son:

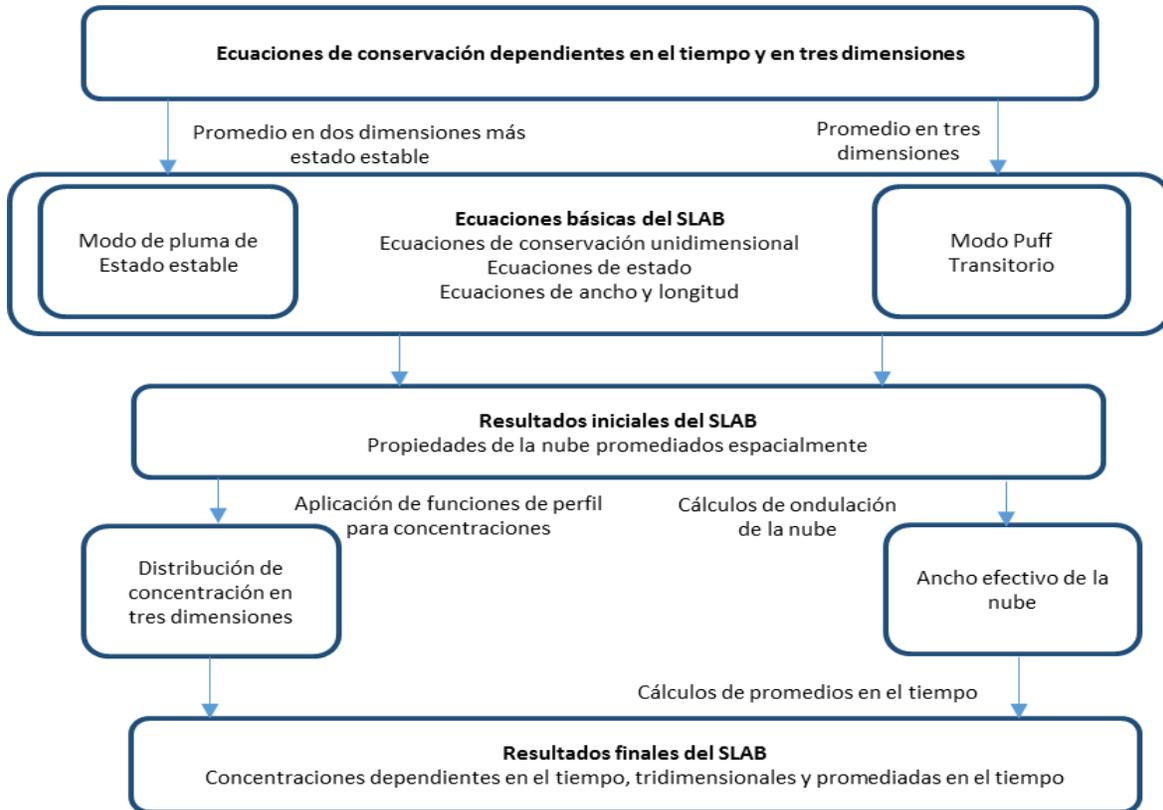
- ☞ La radiación térmica generada por el incendio.
- ☞ Los efectos de los gases tóxicos generados en la combustión.

• **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 SOBREPRESIÓN.**

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 viaja 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 F.6.).

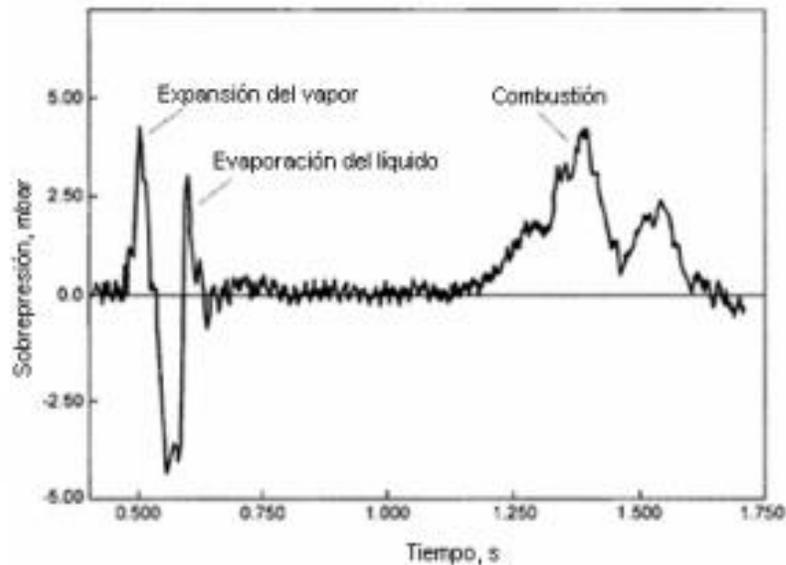


Figura F.6. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

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:

1. Química. - Si la energía necesaria para la explosión procede de una sustancia.
2. 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 deflagraciones y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados.

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.

Los siguientes valores se 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:

$$W_{TNT} = \alpha \cdot W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

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, $\alpha = 0.03 - 0.04$). 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 explosiones de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

EFFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN A DIFERENTES SOBREPRESIONES

<i>Sobrepresión (psi)</i>	<i>Efectos</i>
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
6.5	Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe
7	Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado) Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados. Reactor catalítico: partes internas dañadas.
7.5	Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas
7 – 8	Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe

8	Paredes de ladrillo completamente destruidas
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, carcasa 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

G) ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

Las simulaciones que se llevarán a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de las *instalaciones* – Planta de Distribución de Gas L.P.– como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** serán realizadas 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 hará uso del Gas L.P., el cual se sabe contará 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 Gas L.P.

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 Application of Refined 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 considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo 2 de la presente guía.

H) ZONAS DE SALVAGUARDAS.

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para el proyecto de una Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de las *instalaciones*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplearán los siguientes criterios:

Inflamabilidad.

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el Gas L.P. (gas licuado de petróleo), el cual será empleado en las *instalaciones*, puede encenderse, así como la rapidez con que, al ser encendido, sus llamas son diseminadas.

Cuanto más rápida sea la ignición más inflamable será el material, por lo que los líquidos no lo son por sí mismos, siendo que lo son por sus vapores los cuales tiene propiedades combustibles.

Para efectos de inflamabilidad (radiación térmica) se tienen los siguientes parámetros:

- 1.4 kW/m² – Zona de Amortiguamiento.
- 5.0 kW/m² – Zona de Alto Riesgo.
- 12.5 kW/m² – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

Explosividad.

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):

- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento.
- 1.0 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo.
- 3.0 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10.0 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.



SONIGAS, S.A. DE C.V.

Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

**AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL CARMEN.**

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS
INSTALACIONES

*Consultores Asociados en Seguridad Industrial y
Protección Ambiental*



II.1. Radios potenciales 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.1.1.):

Tabla II.1.1. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	-	37.5 kW/m ² o 11887 BTU/pie ² ·h 12.5 kW/m ² o 3962 BTU/pie ² ·h	10.0 lb/plg ² 3.0 lb/plg ²
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1500 BTU/pie ² ·h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 kW/m ² o 440 BTU/pie ² ·h	0.5 lb/plg ²

- NOTAS:**
- 1) Deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase A-B (para el día) y F (para la noche) y velocidad del viento de 1.5 m/s.
 - 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

Consideración para los cálculos.

Las emisiones accidentales de Gas L.P. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada ("Puff") y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho ("Plume"), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.

De acuerdo con U.S.EPA , 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) (Figura II.1.1.).
- b) **Fuente continua:** 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 (Figura II.1.2.).

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.1.1.) y (Figura II.1.2.):

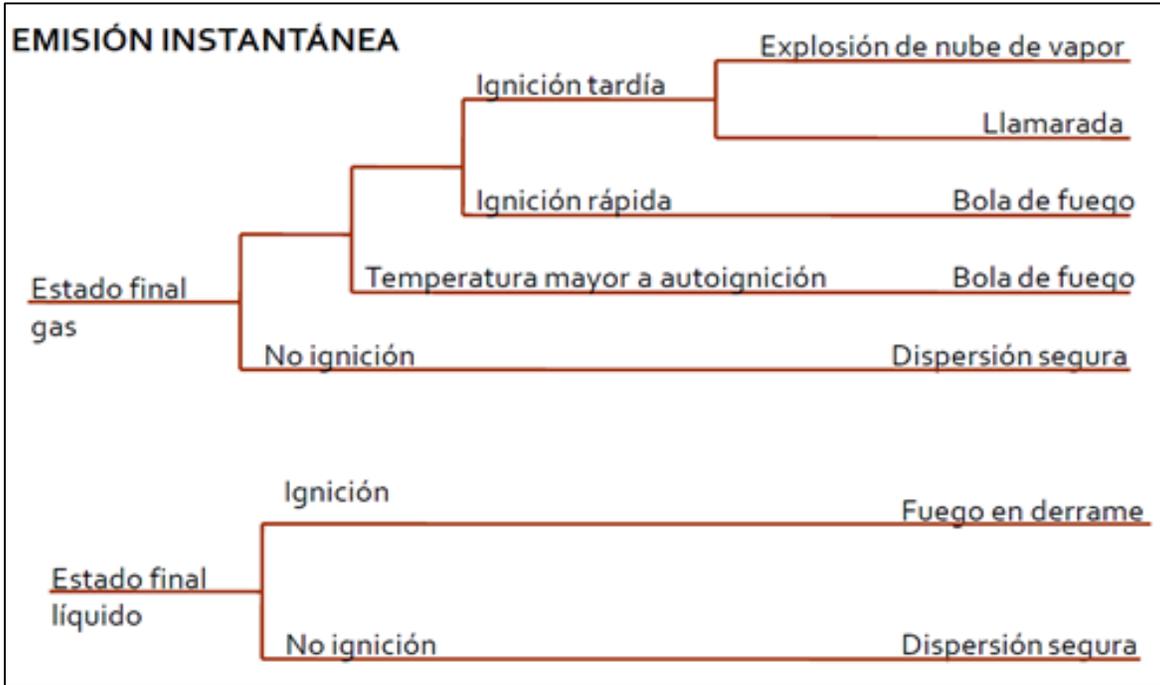


Figura II.1.1. Esquematación del desarrollo de una emisión instantánea.

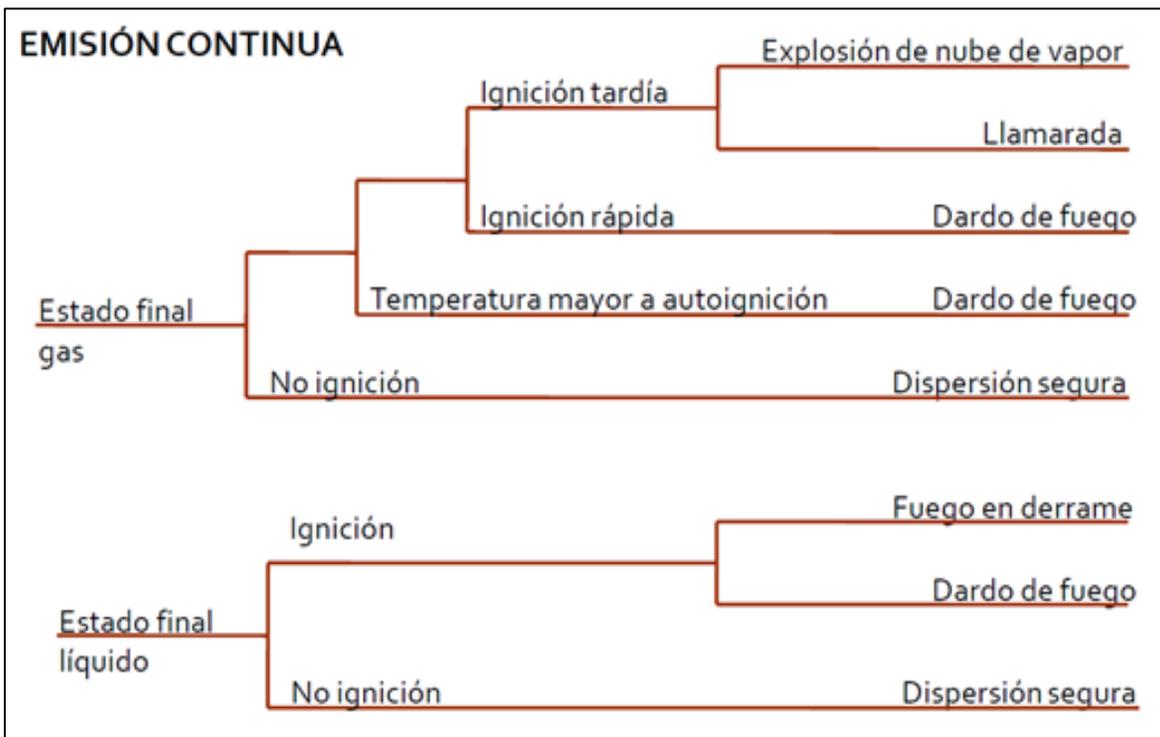


Figura II.1.2. Esquematación del desarrollo de una emisión continua.

Por otra parte, la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el **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 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 esta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de *GLP*.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia con respecto a los eventos demás, pero en caso de presentarse, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Si bien, la probabilidad de los eventos **3** y **5** es prácticamente improbable, estos son considerados como catastróficos (de menor probabilidad, pero de mayor daño), por lo que, para efectos de cálculos del presente estudio se consideran dichos eventos con el fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

Asimismo, es importante señalar que si bien ambos eventos se refieren a la BLEVE de un recipiente presurizado (semirremolque y tanque de almacenamiento), las zonas totales de afectación son definidas por la BLEVE del recipiente de mayor capacidad, es decir, del tanque de almacenamiento de 378,500 litros.

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.

Tabla II.1.2. Parámetros utilizados en el cálculo de los eventos propuestos.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	T	25.8	°C	Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas periodo 1981-2010 Estación: 00023163 Playa del Carmen Quintana Roo.
Velocidad del viento.	u	4.0	m/s	
Humedad relativa del sitio.	H_w	89	%	
Presión atmosférica.	P_A	1.01499	bar	
Presión de vapor del Gas L.P. a T_{amb.}	P	564445	Pa	Constantes de <i>Antoine</i> para el Gas L.P. A = 3.930032 B = 856.7074 $\log_{10} P^{sat} = a - \frac{b}{T+c}$ C = 243.7396 Valores obtenidos de "The properties of gases and liquids" Fifth edition. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell.
Factor de explosión.	E	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico).
Calor de combustión de TNT.	HC_{TNT}	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)
Capacidad promedio del semirremolque.	V_r	47,500	L (litros)	Datos obtenidos del fabricante.
Presión de diseño del semirremolque.	P_{ds}	17.58	kg/cm ²	
Presión de diseño del tanque de almacenamiento.	P_{dt}	14.00	kg/cm ²	

Tabla II.1.3. Propiedades fisicoquímicas del Gas L.P., (Propano 60% / Butano 40%) calculadas por concentración molar a una temperatura de referencia de 25.8 °C.

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	PROPANO	BUTANO
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.71	44.1	58.12
Punto de ebullición (K)	247.73	231.11	272.65
Temperatura crítica (K)	391.95	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4.07E+06	4.24E+06	3.79E+06
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.22	0.2	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión cte. y Temp. de interés (J/kg-K)	1678.19	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a Temp. de ebullición (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a Temp. de ebullición (kg/m ³)	591.82	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a Temp. de ebullición (J/kg-K)	2271.06	2252.25	2292.47
Cte. de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Cte. de presión de saturación SPC (SLAB)	0.00E+00	-25.16	0
Relación de calores específicos (Gamma)	1.11	1.13	1.19
Concentración estequiometría (%)	9.5	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Planta de Distribución de Gas L.P.
“SONIGAS, S.A. DE C.V.”

Tabla II.1.4. Daños ocasionados por la explosión de una Nube de Vapor No Confinada de Gas L.P (ondas de sobrepresión).

EVENTO	ÁREA	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.	27.43 m	55.99 m	127.80 m	217.24 m
4	Recepción de semirremolques.	34.62 m	70.66 m	161.30 m	274.18 m
6	Suministro a Auto-tanques	22.17 m	45.25 m	103.28 m	175.56 m
7	Suministro a Auto-tanques/bomba	45.98 m	93.83 m	214.19 m	364.09 m
8	Llenado de recipientes transportables	45.37 m	92.59 m	211.35 m	359.26 m
9	Llenado de recipientes transportables	1.80 m	3.68 m	8.39 m	14.27 m
10	Llenado de recipientes transportables	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

Tabla II.1.5. Daños ocasionados por un dardo de fuego.

EVENTO	ÁREA	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.	18.52 m	31.34 m	48.59 m	89.35 m
4	Recepción de semirremolques.	6.25 m	10.60 m	16.44 m	30.25 m
6	Suministro a auto-tanques	9.59 m	16.32 m	25.35 m	46.66 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	3.99 m	6.79 m	10.48 m	19.28 m
8	Llenado de recipientes transportables	9.23 m	15.63 m	24.25 m	44.59 m

**DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE.
(TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SEMIRREMOLQUE)**

Tabla II.1.6. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en un recipiente.

EVENTO	ÁREA	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.	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m
5	Almacenamiento tanque de 250 m ³	22.71 m	46.35 m	105.81 m	179.86 m
	Almacenamiento tanque de 378.5 m ³	26.08 m	53.23 m	121.50 m	206.53 m

Tabla II.1.7. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).

EVENTO	ÁREA	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
3	Recepción de semirremolques.	168.79 m	327.31 m	525.40 m	981.11 m
5	Almacenamiento tanque de 250 m ³	225.34 m	472.59 m	770.62 m	1448.78 m
	Almacenamiento tanque de 378.5 m ³	255.93 m	538.84 m	879.27 m	1653.54 m

Tabla II.1.8. 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 (TANQUE DE 250,000 LITROS)	EVENTO 5 ALMACENAMIENTO GLP (TANQUE DE 378,500 LITROS)
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	284.77 m	327.0 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	213.58 m	245.25 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	18.2 s	19.5 s

Para mayor detalle consultar al final del presente Capítulo la “Memoria de Cálculo y Simulaciones” de los eventos propuestos en Capítulo 1 pág. 168.

Se integra en Anexo 1-Apartado 2 “Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados”.

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UNA NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE).

Tabla II.1.9. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACION			
		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 2.17 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 4.19 m
		Y de exclusión=	3.35 m	Y de exclusión=	4.44 m
		Dist. Máx=	3.52 m	Dist. Máx=	4.91 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.79 hasta 23.86 m	Distancia X=	Desde 1.75 hasta 33.12 m
		Y de exclusión=	10.73 m	Y de exclusión=	16.19 m
		Dist. Máx=	23.86 m	Dist. Máx=	33.12 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.70 hasta 6.65 m	Distancia X=	Desde 1.63 hasta 11.40 m
		Y de exclusión=	1.36 m	Y de exclusión=	2.58 m
		Dist. Máx=	6.65 m	Dist. Máx=	11.40 m
6	Suministro a auto-tanques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 2.05 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 3.98 m
		Y de exclusión=	3.18 m	Y de exclusión=	4.23 m
		Dist. Máx=	3.34 m	Dist. Máx=	4.67 m
	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 2.00 hasta 10.40 m	Distancia X=	Desde 1.94 hasta 15.36 m
		Y de exclusión=	6.79 m	Y de exclusión=	9.18m
		Dist. Máx=	10.40 m	Dist. Máx=	15.36 m
7	Suministro a auto-tanques/ Bombas (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.48 hasta 3.28 m	Distancia X=	Desde 1.35 hasta 6.31 m
		Y de exclusión=	0.55 m	Y de exclusión=	1.58 m
		Dist. Máx=	3.28 m	Dist. Máx=	6.31 m
8	Llenado de recipientes transportables (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.60 hasta 11.17 m	Distancia X=	Desde 1.63 hasta 17.74 m
		Y de exclusión=	2.32 m	Y de exclusión=	4.48 m
		Dist. Máx=	11.17 m	Dist. Máx=	17.74 m
10	Llenado de recipientes transportables (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 3.48 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 6.41 m
		Y de exclusión=	5.23 m	Y de exclusión=	6.81 m
		Dist. Máx=	5.51 m	Dist. Máx=	7.53 m

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

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

La definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación (Tabla II.1.10.) y (Tabla II.1.11) se sustentan en los criterios establecidos en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, en su tabla 15.

Tabla II.1.10. 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
<p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>			

Tabla II.1.11. Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
10.0 psi	3.0 psi	RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	1.0 psi	0.5 psi
		Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
<p><i>Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier</i></p> <p><i>Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.</i></p>			

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedan definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación del EVENTO CATASTRÓFICO (de menor probabilidad, pero de mayor daño) el cual corresponde a la BLEVE del tanque de almacenamiento de 378,500 litros, el cual por seguridad no se encontrará a más del 80% de su capacidad.

Es necesario aclarar que este evento está sobrestimado, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD (FRECUENCIA)} * \text{DAÑO}$$

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

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

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

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

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

Se considera que la explosión BLEVE tiene una probabilidad baja debido a que es consecuencia de una serie de eventos específicos como los que se describen a continuación:

SUCESO INICIAL.

Para que se diera el evento 5 que definimos como evento de menor probabilidad, pero de mayor daño, debe presentarse el evento 3, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada.

Las medidas de seguridad que actuaran en caso de que se presente esta situación son:

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Paros automáticos.
- Válvulas de exceso de flujo y no retroceso.
- Válvulas de actuación remota.

Agentes externos.

- Promocionarán la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes a nivel interno y externo.

Respuestas de control, respuestas de los operadores.

- Identificación de paros automáticos, tablero eléctrico.
- Capacitación a los operarios (planteros).
- Participación en el desarrollo de simulacros.
- Formación de brigadas.

Operaciones de emergencia.

- Alarmas.
- Procedimientos de emergencia.
- Equipos de protección personal.

Flujo adecuado de información.

- Desarrollarán propuestas para informar a la población presente en los alrededores y principalmente a las industrias cercanas.

A continuación, se representan cada uno de los eventos ***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**.

Se integra en Anexo 1-Apartado 3 “Representación en planos de los Radios potenciales de afectación”.

II.2. INTERACCIONES DE RIESGO.

EFECTO DOMINÓ.

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.2.1.).

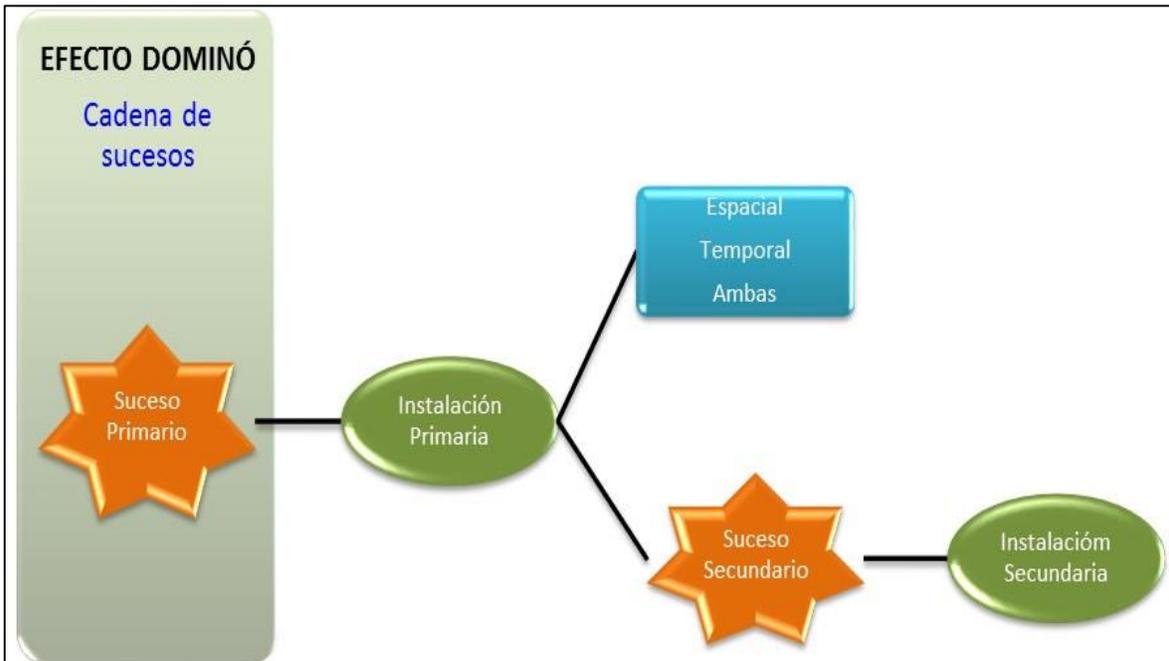


Figura II.2.1. Efecto Dominó.

En (Reiners and Cozzani. 2013) se identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto dominó, se describen en la siguiente (Tabla II.2.1.):

Tabla II.2.1. Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el Efecto Dominó.

ELEMENTO	DEFINICIÓN
Escenario primario.	El evento iniciador de un efecto dominó, propagándose e intensificándose al afectar otras unidades de proceso o almacenamiento desencadenando uno o varios escenarios de accidentes secundarios.
Escenario secundario.	Escenario donde el accidente es causado por el impacto de al menos uno de los vectores de escalación generados por el accidente primario.
Propagación.	En un efecto dominó interno la propagación tiene lugar dentro de la misma unidad o grupo de equipos. En un efecto dominó externo, la propagación indica la implicación de otras unidades o grupos de equipos que se localizan fuera de las fronteras de la instalación donde se provocó el accidente primario.
Intensificación.	La intensificación de las consecuencias de un evento no deseado.
Vector de escalación o intensificación.	Efectos físicos (radiación térmica, sobrepresión y/o proyección de fragmentos) generados por el evento primario.

Considerando que el evento domino es que incrementa las consecuencias del evento primario o iniciador, así también incrementa la frecuencia que ocurra un accidente en una unidad, objetivo o blanco. En este apartado se presenta de manera cualitativa las posibles interacciones de riesgo o efecto domino que pudiera presentarse con otras áreas, equipos, ductos o instalaciones que se encuentran dentro de la Zona de Alto Riesgo.

Cabe mencionar que de acuerdo con los autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto domino que se ha presentado en la industria, ha sido en su mayoría en instalaciones fijas, siendo el 80% del total de los accidentes que involucran un efecto domino, mientras que el transporte involucra un 20%. Las actividades dentro de instalaciones fijas con el mayor porcentaje son de almacenamiento con un 25%, 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.2.2.):

Tabla. II.2.2. 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 %)
- ⇒ Fuego → fuego (17.8)

Además, cabe señalar que los equipos donde ocurre la mayoría de los eventos domino derivan de recipientes presurizados, siendo el 30% de los causantes de los eventos primarios.

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 Gas L.P. 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**.

A continuación, de acuerdo con los autores antes mencionados, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó (Tabla II.2.3.):

Tabla. II.2.3. Efectos físicos provocados por eventos primarios
(vectores de escalación de eventos)

Evento primario	Eventos	Vectores de escalación		
		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 con la (Tabla II.2.3.) 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.

Los daños generados por el desarrollo de eventos primarios que derivan del dardo de fuego (Jet Fire) y explosión de nubes de vapor no confinadas (NVNC) para valores de radiación de 37.5 y 12.5 kW/m² y sobrepresión de 10.0, 3.0 y 1.0 psi respectivamente, pueden causar daños a equipos de proceso, en donde únicamente se vería afectada la Planta de Distribución de Gas L.P., y las posibles interacciones de riesgo serían causadas por la radiación térmica emitida por los dardo de fuego, lo que se traduce a debilitamiento de los materiales, calentamiento de los recipientes que contienen gas licuado de petróleo e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión producen principalmente la fractura de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Aun cuando existe la posibilidad de interacciones de riesgo con otras áreas de la Planta, dentro del presente estudio se evaluaron los eventos en cada una de las áreas que conforman la Planta de Distribución de Gas L.P., 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.

Sin embargo, las eventualidades de mayor magnitud son las explosiones de tipo BLEVE de los recipientes presurizados.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de eventos, las BLEVES propuestas derivaron de eventos primarios, es decir, los eventos BLEVE evaluados son eventos domino, una vez que la BLEVE del semirremolque se da a consecuencia del calentamiento

de éste por la radiación térmica emitida por el dardo de fuego formado por el escape continuo de gas l.p., a través de la válvula de descarga del semirremolque, y a su vez la BLEVE de los recipientes de almacenamiento es causada por la perforación del recipiente por impacto de la fragmentación de uno de los recipientes.

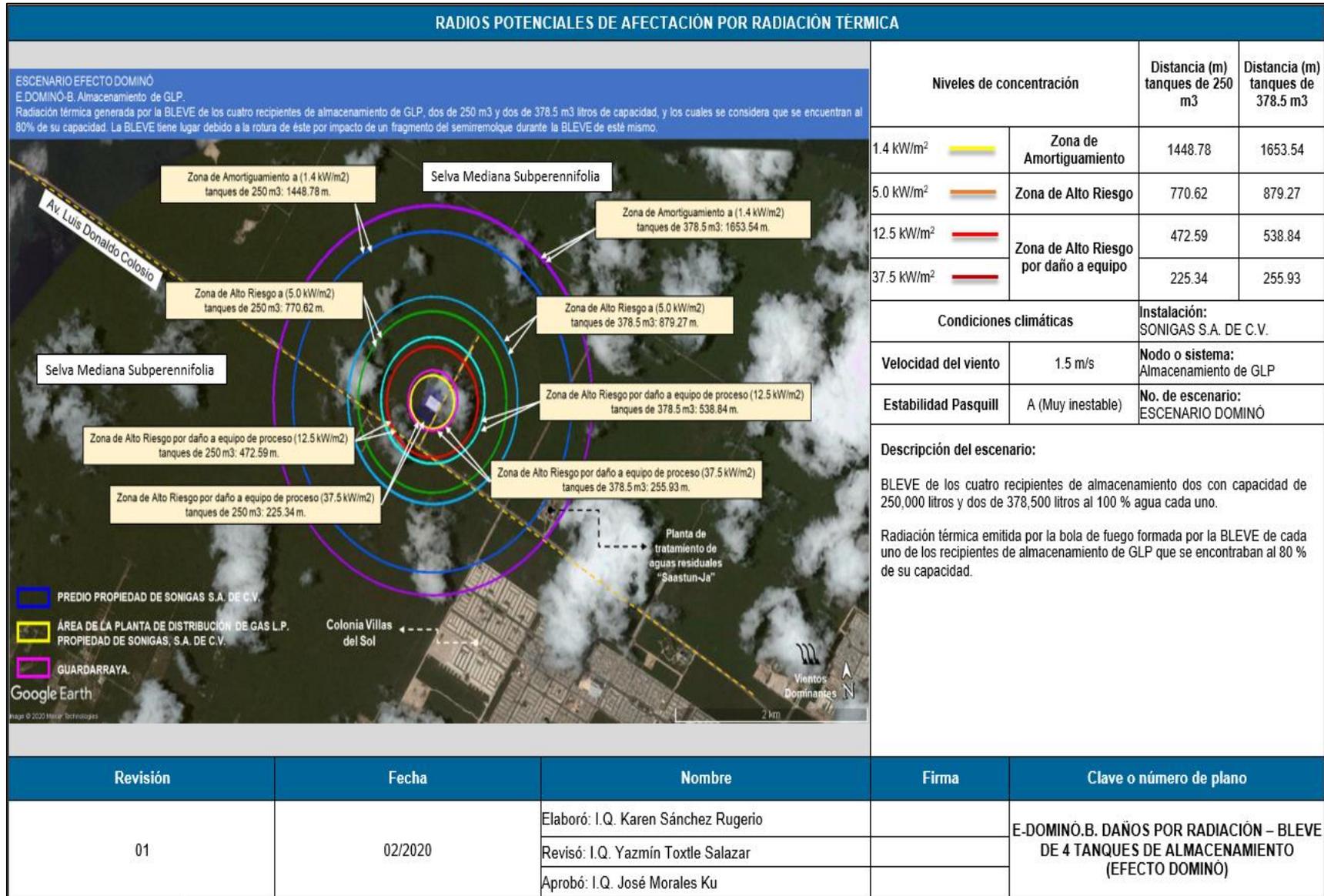
Cabe señalar que de acuerdo a Cozzani et al., 2007 existe riesgo de escalación para **recipientes atmosféricos** a partir de una presión de **22 kPa** (3.19 psi) y para **recipientes presurizados** a partir de una presión de **20 kPa** (2.9 psi). Además, a partir de 7 kPa (1.01 psi) existe la posibilidad de falla en conexiones. Por lo que, bajo este supuesto, la BLEVE de cualquiera de los cuatro tanques de almacenamiento de gas l.p., desencadenaría la BLEVE de otro recipiente.

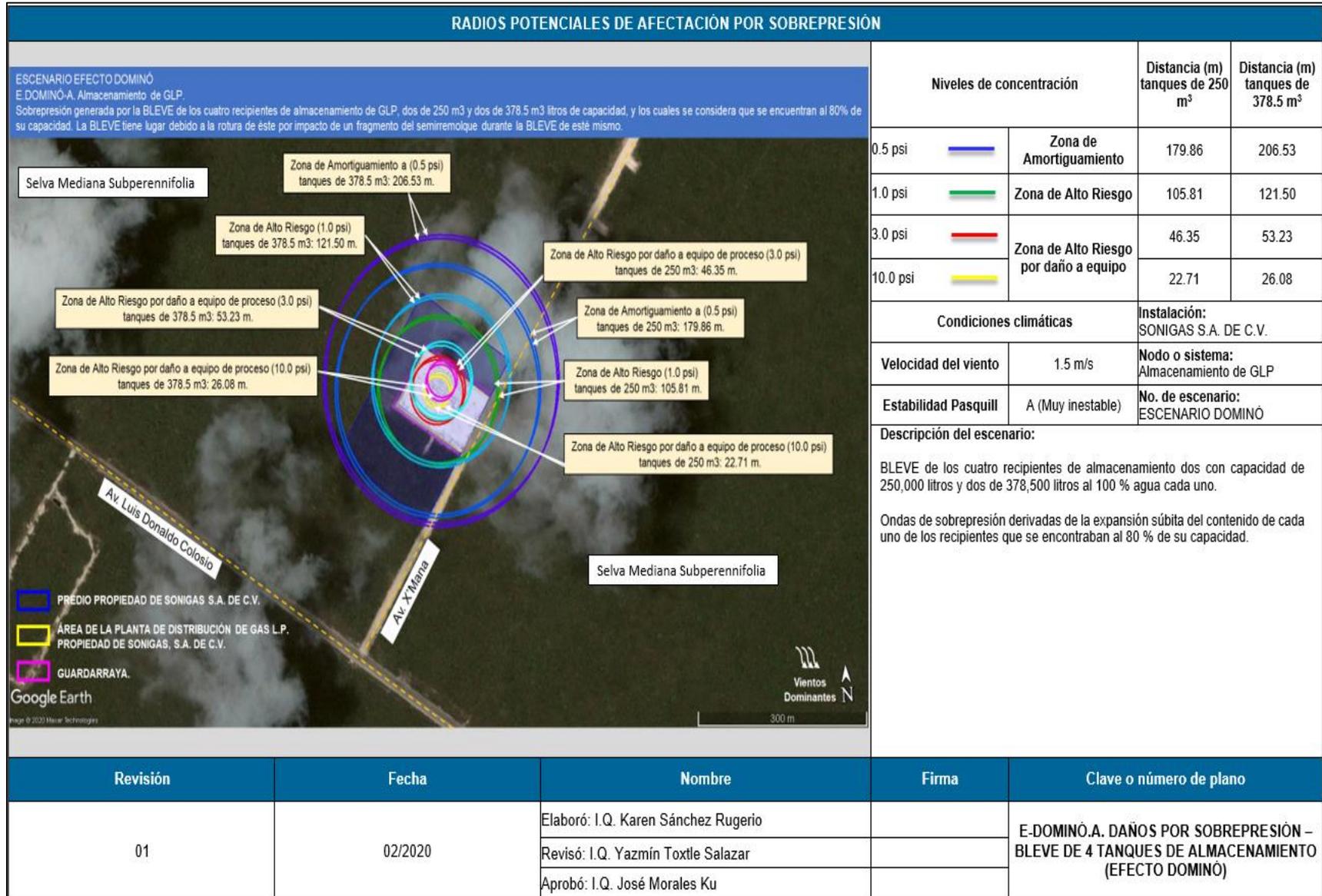
Por lo tanto, las zonas totales de afectación quedan definidas por el EFECTO DOMINÓ, que involucra la BLEVE de los cuatro tanques de almacenamiento de GLP, (dos de ellos de 250,000 litros y dos de 378,500 litros) (Tabla II.2.5.).

Tabla II.2.5. Zonas totales de afectación definidas por el Efecto Dominó.
(BLEVE de cuatro tanques de almacenamiento dos con capacidad de 250 m³ y dos con capacidad de 378.5 m³).

	Sobrepresión tanque de 250 m ³	Radiación térmica tanque de 250 m ³	Sobrepresión tanque de 378.5 m ³	Radiación térmica tanque de 378.5 m ³
Zona de amortiguamiento	0.5 psi: 179.86 m	1.4 kW/m ² : 1448.78 m	0.5 psi: 206 m	1.4 kW/m ² : 1653.54 m
Zona de alto riesgo	1.0 psi: 105.81 m	5.0 kW/m ² : 770.62 m	1.0 psi: 121.50 m	5.0 kW/m ² : 879.27 m
Zona de alto riesgo por daño a equipos	3.0 psi: 46.35 m	12.5 kW/m ² : 472.59 m	3.0 psi: 53.23 m	12.5 kW/m ² : 538.84 m
	10.0 psi: 22.71 m	37.5 kW/m ² : 225.34 m	10.0 psi: 26.08 m	37.5 kW/m ² : 255.93 m

A continuación, se anexa la representación gráfica de los daños causados por radiación térmica y sobrepresión del EFECTO DOMINÓ (BLEVE de cuatro tanques de almacenamiento dos con capacidad de 250,000 litros y dos con capacidad de 378,500 litros).





Los efectos de la BLEVE de los recipientes de almacenamiento de 250,000 litros o de los recipientes de 378,500 litros pueden ocasionar interacciones de riesgo con otras áreas, equipos e instalaciones ajenas a la Planta que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo. De acuerdo con *Cozzani et al (2004)* la BLEVE genera una interacción de riesgo por la sobrepresión y la proyección de fragmentos principalmente, debido a la corta duración de la bola de fuego limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en los equipos de proceso o demás instalaciones, no obstante, el autor menciona 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 . En cuanto a los 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 de este tipo de recipientes.

Cabe señalar que dentro del radio de la bola de fuego de los dos recipientes con los que cuenta la Planta de 250,000 litros y del radio de la bola de fuego de los dos recipientes proyectados a instalarse de 378,500 litros no se ubica ningún otro recipiente de tipo atmosférico o presurizado ajeno que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego (Figura II.2.2.).

En este mismo sentido, se tiene que dentro de los radios de afectación por sobrepresión derivada de la explosión de alguno de los cuatro recipientes por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe no se ubica ningún elemento ajeno a la Planta que pudiera verse afectado por la onda de choque (Figura II.2.3.).

Finalmente, dentro de los radios de afectación por radiación térmica de los cuatro recipientes de almacenamiento de gas l.p., capaces de causar daños a equipos de proceso no se ubican instalaciones que pudieran verse afectadas (Figura II.2.4.).

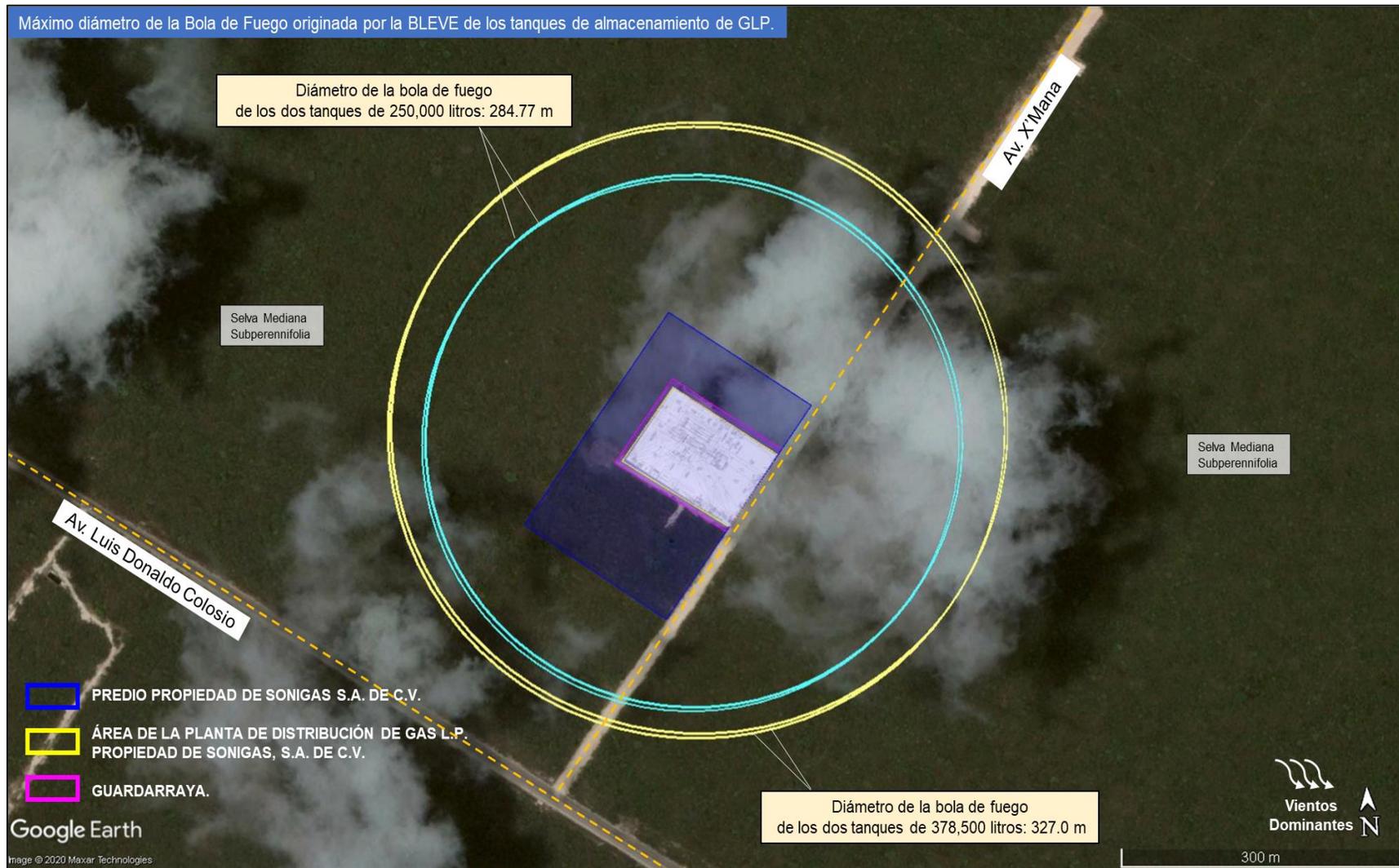


Figura II.2.2. Máximo diámetro de la Bola de Fuego originada por la BLEVE de los tanques de almacenamiento de GLP.

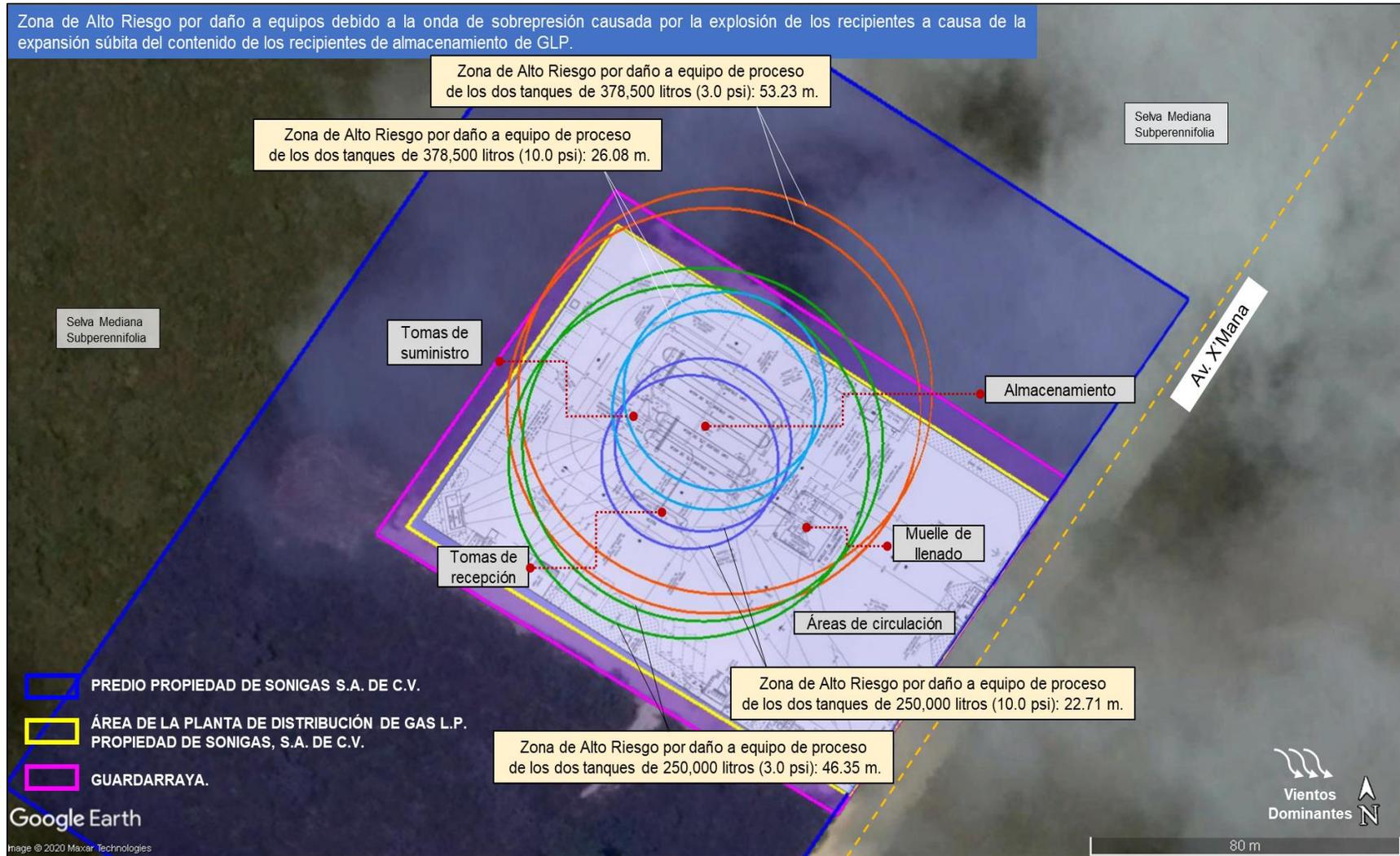


Figura II.2.3. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión de los recipientes a causa de la expansión súbita del contenido de los recipientes recipiente de almacenamiento de GLP.

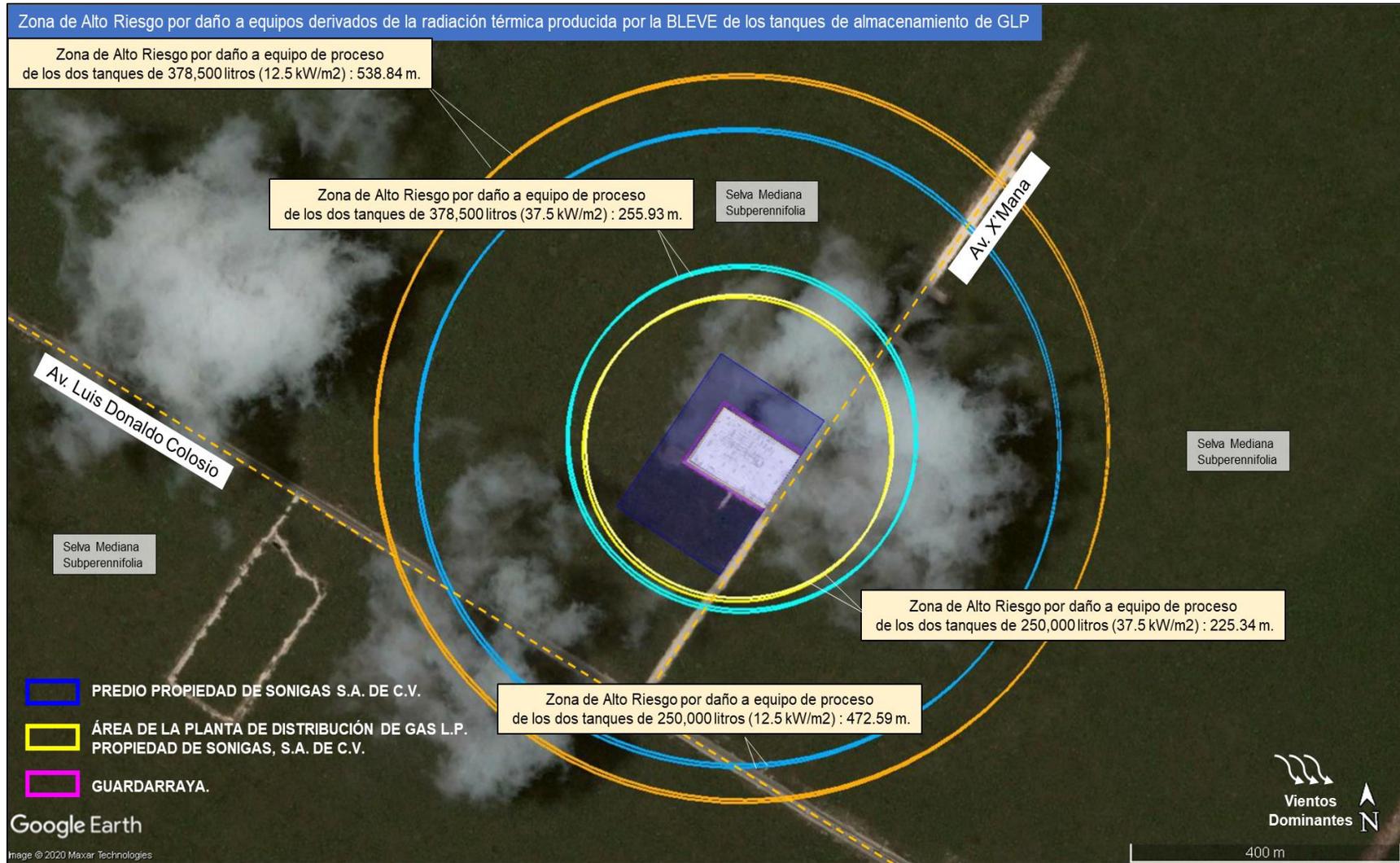


Figura II.2.4. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivados de la radiación térmica producida por la BLEVE de los tanques de almacenamiento de GLP.

De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). “*Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire*”. I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157; pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.5 kW/m²** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m²** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables**.

En este sentido se tiene que en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE para los dos tanques de 250,000 litros en un radio de 472.59 m y para los dos tanques de 378,500 litros en un radio de 538.84 m **se prevé el desarrollo de incendios secundarios**, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. Sin embargo, dentro de estos radios no se encuentran establecimientos económicos, centros de población, hospitales, escuelas, etc., que pudieran verse afectados como se observa en la (Figura II.2.4.).

Respecto a la zona definida para una radiación de **37.5 kW/m²** para los dos tanques de 250,000 litros en un radio de 225.34 m y para los dos tanques de 378,500 litros en un radio de 255.93 m no se prevén daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables ajenos a la Planta.

En cuanto a los efectos causados por las ondas de sobrepresión generadas por la explosión de tipo BLEVE del tanque de 250,000 litros o del tanque de 378,500 litros, se tiene que dentro de las zonas de alto riesgo definidas por la onda de choque equivalente a 10.0 y 3.0 psi (Figura II.2.3.) derivadas de la explosión del recipiente a causa de la expansión del vapor contenido, no se ubican áreas o equipos de proceso fuera de la Planta que pudieran ser afectados por la onda de choque, solo se encuentran las instalaciones y equipos de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**

Cabe destacar que, al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Por otra parte, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas. De acuerdo al Simulador SCRI-FUEGO se tiene lo siguiente para cada uno de los eventos BLEVE (Tabla II.2.6.):

Tabla II.2.6. Distancias a dosis específicas de radiación calculadas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

	Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s	Semirremolque (47,500 L)	Tanque almacenamiento (250,000 L)	Tanque almacenamiento (378,500 L)
	85	571.95 m	962.03	1126.72 m
	250	377.75 m	634.12	743.56 m
	500	284.36 m	476.06	559.12 m
	2,000	142.81 m	234.62	278.71 m

Tabla II.2.7. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre personas.

	Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s	Daños
	85	Dolor en piel desnuda.
	250	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. Nivel de daño significativo.
	500	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 1 % para vestiduras promedio.
	2,000	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 50 % para vestidura promedio.

Como se puede observar, la radiación emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento con una capacidad de 378,500 L es el que posee mayores alcances.

Sin embargo, es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de dicho evento las personas más afectadas son los que se encuentran expuestas en las inmediaciones, tal como se señala a continuación (Tabla II.2.8.):

Tabla. II.2.8. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre el personal que se encuentra expuesto en las instalaciones cercanas a la Planta.

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas afectadas Personal que se encuentre expuesto en:
	BLEVE tanque de almacenamiento 378,500 litros
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda (nivel de letalidad 50 %)	Infraestructura de la Planta
	Av. X'Mana
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	Av. X'Mana
	Av. Luis Donald Colosio
Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	Av. X'Mana
	Av. Luis Donald Colosio
Dolor en piel desnuda	Av. Luis Donald Colosio

Cabe mencionar que dentro de los radios de afectación por la dosis de radiación térmica debido a la BLEVE del tanque de 378,500 litros no se encuentran asentamientos humanos, concentraciones poblacionales o establecimientos comerciales que pudieran verse afectados (Figura II.2.5.).

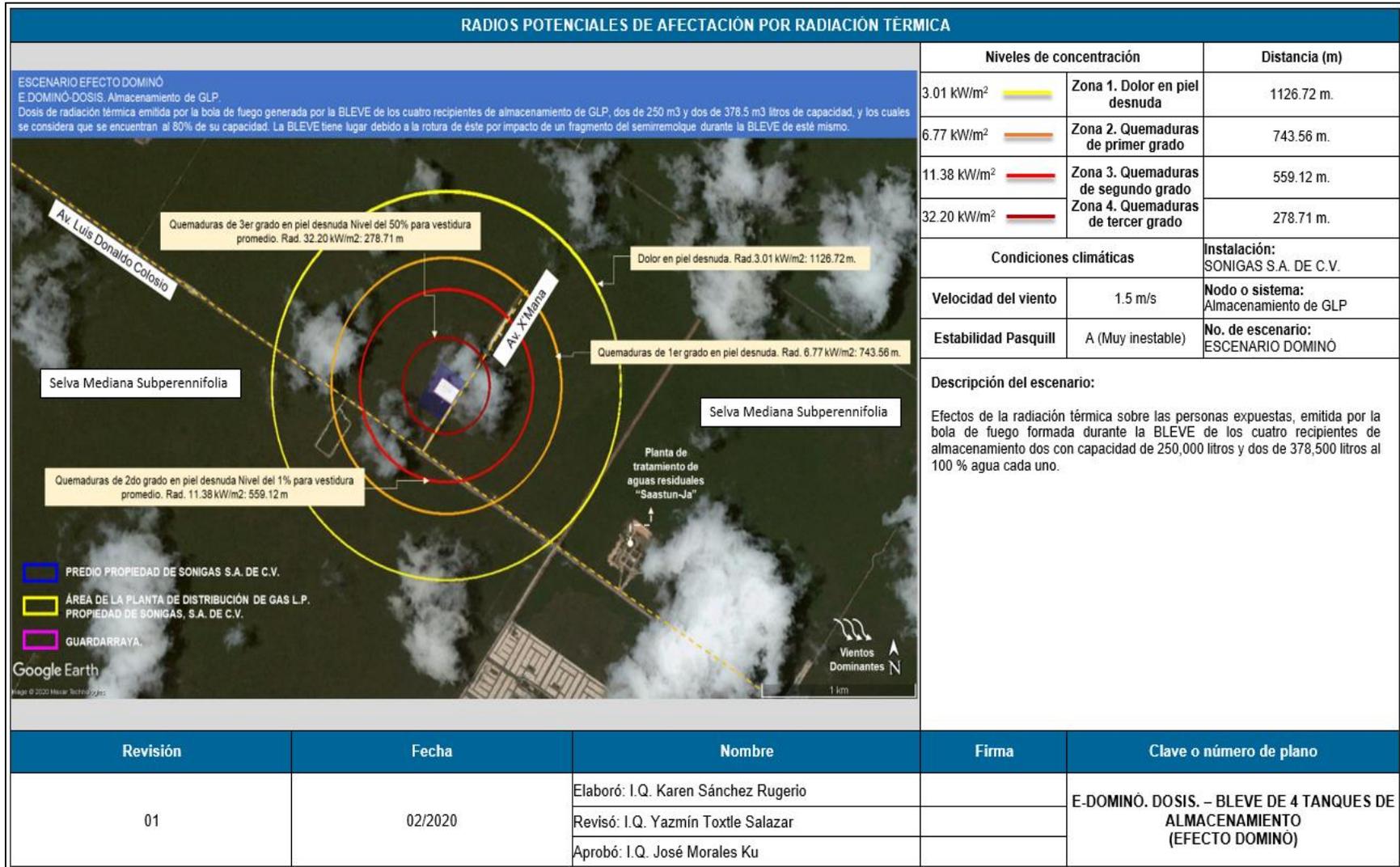


Figura II.2.5. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre el personal que se encuentra expuesto en las instalaciones cercanas a la Planta.

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:

1. Limitación de presiones excesivas.
2. Limitación de temperaturas excesivas.
3. 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 retrasan 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.

Los dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta cuentan con dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min, cada una, estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

Y los dos tanques de almacenamiento de 378,500 litros (proyectados) a instalarse en la Planta contarán con tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una, estas válvulas contarán con puntos de ruptura.

- b. Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor magnético de nivel, válvulas de máximo llenado, válvulas de exceso de flujo, etc.)**

Por su parte, los semirremolques que ingresan a la Planta cuentan con los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor indicador de nivel magnético para gas líquido.
- ☞ Un termómetro con un intervalo de temperatura de -50 a 50°C.
- ☞ Un manómetro de 0 a 29 kg/cm².
- ☞ Dos salidas para gas líquido con válvulas de ángulo y exceso de flujo con adaptadores ACME.
- ☞ Una entrada para líquido con válvula de ángulo y no retroceso.
- ☞ Dos válvulas de seguridad con tapa protectora contra lluvia.
- ☞ Una salida para retorno de vapores con válvulas de ángulo y exceso de flujo.
- ☞ Cuatro válvulas de máximo llenado.

Los dos recipientes de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta contienen los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- ☞ Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- ☞ Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- ☞ 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 tanque.
- ☞ Cuatro válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, 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 actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- ☞ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- ☞ Dos mecanismos múltiples bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min. cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

Los dos recipientes de almacenamiento de 378,500 litros (proyectados) a instalarse en la Planta tendrán instalados los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- ☞ Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- ☞ Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- ☞ 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.
- ☞ Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Reo modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (3"), con capacidad de 1,136 LPM con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Tres válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM), con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 2,512 m³/hr (88,700 fy3/hr) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- ☞ Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- ☞ Tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una, estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

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:

Sistema de aspersion. Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará todo el depósito, pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Los dos tanques instalados en la Planta de 250 m³ y los dos proyectados a instarse de 378.5 m³ cuentan y contarán respectivamente con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud (Figura 2.1.).

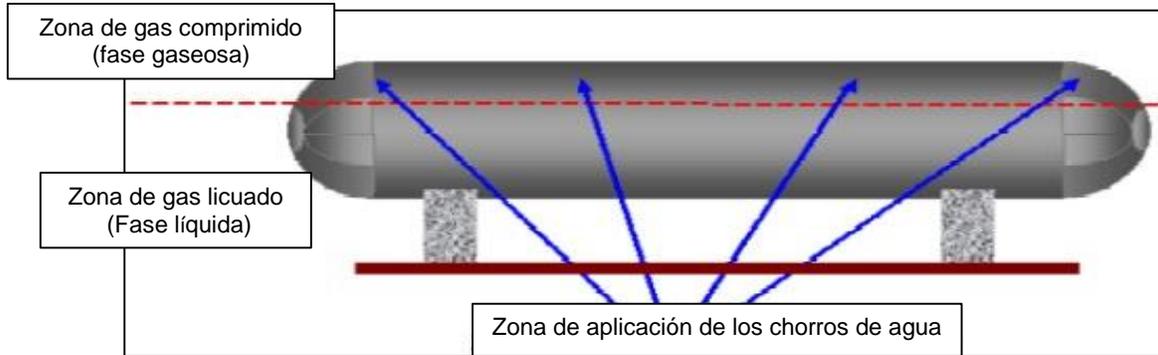


Figura 2.1. Representación de la zona de aplicación de agua en un recipiente de almacenamiento cilíndrico horizontal.

El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas para los dos recipientes de 250 m³ y para los dos recipientes de 378.5 m³ 102 boquillas cada uno.

Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3 kg/cm².

3. PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Los dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta están diseñados bajo las más estrictas Normas de seguridad, siguiendo los criterios y especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas que aplicaron durante su fabricación.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre la superficie de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una baja brusca de presión que, junto con condiciones térmicas adversas, podría originar la BELVE. En este sentido es importante señalar que los recipientes cilíndrico horizontal están situados de tal forma que su eje longitudinal no apunta a otros depósitos o zonas con riesgo de incidencia.

Cabe mencionar que los tanques que almacenan GLP, requieren tener un control periódico de espesores y del grado de corrosión tanto interior como exterior, en donde las medidas de control deben extremarse en las soldaduras debido a la posible existencia de defectos y de ser así estos los puntos más vulnerables.

Por lo que de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** o la que la sustituya deberá obtenerse para los cuatro recipientes, cumplidos los diez años desde su fabricación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con dicha Norma, de tal forma que se asegure de que estos son aptos para seguir operando.

DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

En virtud del proyecto que promueve la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es aumentar la capacidad de la Planta de Distribución de Gas L.P., ubicada en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo. En donde se pretende instalar dos recipientes para el almacenamiento de Gas L.P. (*GLP*) de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno.

El proyecto original de la Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con la autorización en Materia de Impacto Ambiental mediante el oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/3225/2017** otorgado por la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente con fecha del 03 de marzo de 2017, en donde se menciona la capacidad total de almacenamiento es de 500,000 litros, contenidos en dos tanques de tipo intemperie cilíndrico horizontal de 250,000 litros especiales para contener Gas L.P., y con la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal mediante el oficio **ASEA/UGI/DGGOI/0360/2016** por una superficie de 15,000.00 m² utilizando solamente 12,600 m² para las edificaciones civiles, sin afectaciones mayores a la vegetación remanente y manteniendo la misma en la superficie restante del predio arrendado por la empresa otorgado por la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente con fecha del 30 de junio de 2016.

Por lo tanto, la suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg rebasando la cantidad de reporte establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas** la cual es de 50,000 kg para el *GLP*.

Sin embargo, para la realización del presente proyecto, la única área que se modificará dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P., es el área de almacenamiento, la cual será ampliada 749.94 m² de la superficie con la que actualmente cuenta, teniendo una superficie total de 1,292.82 m². En dicha superficie se colocarán las bases de sustentación para los dos recipientes que se pretenden instalar, también se modificara el piso siendo este de concreto armado y se realizaran las conexiones pertinentes.

Como consecuencia de la ampliación del área de almacenamiento, únicamente la superficie del lindero Este de la Planta será reducida, mientras que todas las demás edificaciones civiles no se verán afectadas.

La modificación pretendida en el área de almacenamiento no implica la remoción de vegetación, ni la afectación a los componentes ambientales. Los impactos serán específicos y puntuales en la zona de almacenamiento, no obstante, dichos impactos pueden ser reducidos, prevenidos o mitigados, considerando que el impacto ambiental mayor ya se suscitó previamente cuando se construyó el proyecto original, y con el que se obtuvo su respectiva autorización.

Cabe mencionar que las modificaciones al proyecto original se apegan a lo requerido en la **NOM-001-SESH-2014**, referente a *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación*.

II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

II.3.1. Delimitación del área de estudio.

El espacio físico donde interaccionan los componentes abióticos, bióticos, económicos y sociales con las actividades pretendidas por la empresa es lo que define y delimita el área de estudio del proyecto. La guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular establece que para delimitar el área de estudio se consideren los siguientes criterios:

- ⇒ La regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental de algún ordenamiento ecológico decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o Periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente, considerando la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que interaccionará el proyecto.
- ⇒ En caso de no existir un ordenamiento ecológico, se aplicarán por lo menos 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 (poblados cercanos).
 - Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros.
 - Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas).
 - Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (en caso de existir).

Considerando los criterios mencionados, se hizo un solapamiento de capas de información geográfica de uso de suelo y vegetación, hidrología, edafología, geología, rezago social, unidades de gestión ambiental (UGA) y de fenómenos meteorológicos. No obstante, tomando en cuenta que el proyecto ocupa una superficie total de 15,000 m², que las actividades pretendidas para la modificación del proyecto se realizarán únicamente dentro de la zona de almacenamiento de la Planta, y que las actividades operativas de la misma se limitan al trasiego de Gas L.P., se puede decir que los impactos ambientales son bien localizables. Por esta razón, se consideró que los criterios citados para delimitar el área de estudio sobrepasan las dimensiones del proyecto y su interacción con los componentes biofísicos y socioeconómicos.

Con esto, se optó por definir un Sistema Ambiental (SA) utilizando un modelo de simulación de radiación térmica por bola de fuego con ayuda del programa SCRI Fuego 2.0 que permite observar las consecuencias del evento de mayor daño catastrófico, pero de menor probabilidad de ocurrencia denominado BLEVE, por sus siglas en inglés (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).

Asimismo, considerando las características de los recipientes, la capacidad total de almacenamiento, las especificaciones técnicas del Gas L.P., y las características ambientales particulares de la zona como: temperatura promedio anual, presión

atmosférica, velocidad del viento y humedad relativa, se obtuvo un radio de 879.27 metros como Zona de Alto Riesgo y otro radio de 1653.54 metros como Zona de Amortiguamiento. Por lo que quedo definido el radio de la Zona de Amortiguamiento de 1653.54 metros como el radio del Sistema Ambiental (Figura II.3.1.1.).



Figura II.3.1.1. Delimitación del sistema ambiental del proyecto

II.3.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.

Aspectos abióticos.

Tipo de clima. Según el sistema de clasificación de Köppen modificado por E. García, el Sistema Ambiental cuenta con un clima cálido Aw1(x'), donde la temperatura es cálida subhúmeda. La temperatura media anual es mayor de 22°C, la temperatura del mes más frío es mayor de 18°C. En el Sistema Ambiental, la precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, las lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10.2 % del total anual (Figura II.3.2.1.).



Figura II.3.2.1. Clima presente en el Sistema Ambiental.

Se obtuvo además información de la Estación Meteorológica 00023163 Playa del Carmen del municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo, con ubicación en latitud 20°38'04" Norte y longitud 087°04'40" Oeste. Se eligió la estación mencionada debido a su cercanía con el proyecto. De acuerdo con dicha fuente, la temperatura media anual en el sitio es de 25.8 °C, la temperatura máxima normal anual es de 30.6 °C y la mínima normal anual es de 21. 0°C. En la siguiente (Tabla II.3.2.1.) se muestran los datos de temperatura correspondiente a 29 años de observación (de 1981 a 2010).

Tabla II.3.2.1. Temperaturas reportadas durante el periodo de 1981 a 2010 en Playa del Carmen, Quintana Roo.

Parámetro	Temperatura °C						
	Mes	Máxima			Media	Mínima	
Normal		Mensual	Diaria	Normal	Normal	Mensual	Diaria
Enero	27.8	29.2	37.5	22.8	17.9	13.8	8.0
Febrero	28.5	29.3	33.0	23.4	18.3	15.8	7.0
Marzo	29.6	30.9	34.0	24.3	19.0	15.1	5.0
Abril	30.8	32.8	39.0	26.1	21.3	18.5	10.0
Mayo	31.7	32.9	40.0	27.3	22.9	19.2	15.0
Junio	32.0	33.0	39.0	27.9	23.7	20.2	14.0
Julio	32.5	33.5	39.0	28.0	23.5	19.9	13.0
Agosto	32.9	33.9	39.5	28.0	23.2	20.7	15.0
Septiembre	32.6	33.2	39.0	27.9	23.1	20.5	14.0
Octubre	30.8	31.8	34.0	26.3	21.7	18.4	13.5
Noviembre	29.3	31.8	35.0	24.4	19.4	16.4	11.0
Diciembre	28.6	31.1	39.0	23.4	18.2	15.5	9.0

Fuente: SMN, Estación meteorológica 00023163 Playa del Carmen.

En cuanto a la precipitación, el Sistema Ambiental presenta una precipitación media anual de 1,331.2 mm siendo septiembre y octubre los meses más húmedos, llegando hasta los 284.3 mm en el mes de octubre (Tabla II.3.2.2.).

Tabla II.3.2.2. Precipitación en el sistema ambiental entre 1981 y 2010

Parámetro	Precipitación (mm)		
	Meses	Normal	Máxima mensual
Enero	61.2	174.9	48.0
Febrero	50.5	162.7	60.0
Marzo	28.1	71.0	58.0
Abril	51.2	286.0	81.6
Mayo	78.1	218.0	64.0
Junio	153.0	556.0	283.0
Julio	126.3	335.0	117.0
Agosto	126.3	388.8	160.8
Septiembre	168.8	391.6	177.0
Octubre	284.3	538.0	240.0
Noviembre	130.3	275.1	75.3
Diciembre	73.1	230.0	88.0

Fuente: SMN, Estación meteorológica 00023163 Playa del Carmen.

Viento. En la localidad de Playa del Carmen, los vientos se consideran ligeros dado que su velocidad es de alrededor de 1.5 m/s. Asimismo, registran una dirección que fluctúa entre el Este y Sudeste.

Fenómenos climatológicos. El riesgo climático o hidrometeorológico de una zona es la probabilidad que tiene un lugar de resultar afectado por la acción de fenómenos como precipitaciones pluviales intensas, granizadas, heladas, nieblas, tormentas eléctricas o vientos intensos. Depende no sólo de la frecuencia y magnitud con que se presente el fenómeno, sino también de la distribución espacial, naturaleza y elementos urbanos como falta de alcantarillado, socavones, estructuras defectuosas, crecimiento de asentamientos, entre otros que intensifican dichos fenómenos.

Los fenómenos climatológicos registrados presentes en el Sistema Ambiental son los siguientes (Tabla II.3.2.3.):

Tabla II.3.2.3. Fenómenos climatológicos en el Sistema Ambiental

Fenómenos Hidrometeorológicos		
Meses	Días con lluvia	Niebla
Enero	7.7	0.0
Febrero	4.4	0.0
Marzo	3.8	0.0
Abril	3.7	0.0
Mayo	6.5	0.1
Junio	10.6	0.1
Julio	9.3	0.1
Agosto	9.6	0.1
Septiembre	14.5	0.1
Octubre	15.9	0.1
Noviembre	9.5	0.0
Diciembre	7.3	0.0

Fuente: SMN, Estación meteorológica 00023163 Playa del Carmen.

En términos generales, el grado de peligrosidad de que ocurran ciertos fenómenos climatológicos en el Sistema Ambiental se presenta a continuación (Tabla II.3.2.4.).

Tabla II.3.2.4. Fenómenos climatológicos presentes en el Sistema Ambiental.

Fenómenos Hidrometeorológicos	Grado de peligrosidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Sequía			x		
Tormentas eléctricas				x	
Inundación	x				
Bajas temperaturas					x
Ondas cálidas					x
Ciclones tropicales	x				

Fuente: CENAPRED

Las sequías en el Sistema Ambiental tienen un grado de peligrosidad medio según la escala del Atlas Nacional de Riesgos (2019) (Figura II.3.2.2.).



Figura II.3.2.2. Grado de peligrosidad por sequía en el Sistema Ambiental.

La amenaza de tormentas eléctricas tiene un peligro bajo como se observa en la (Figura II.3.2.3.).

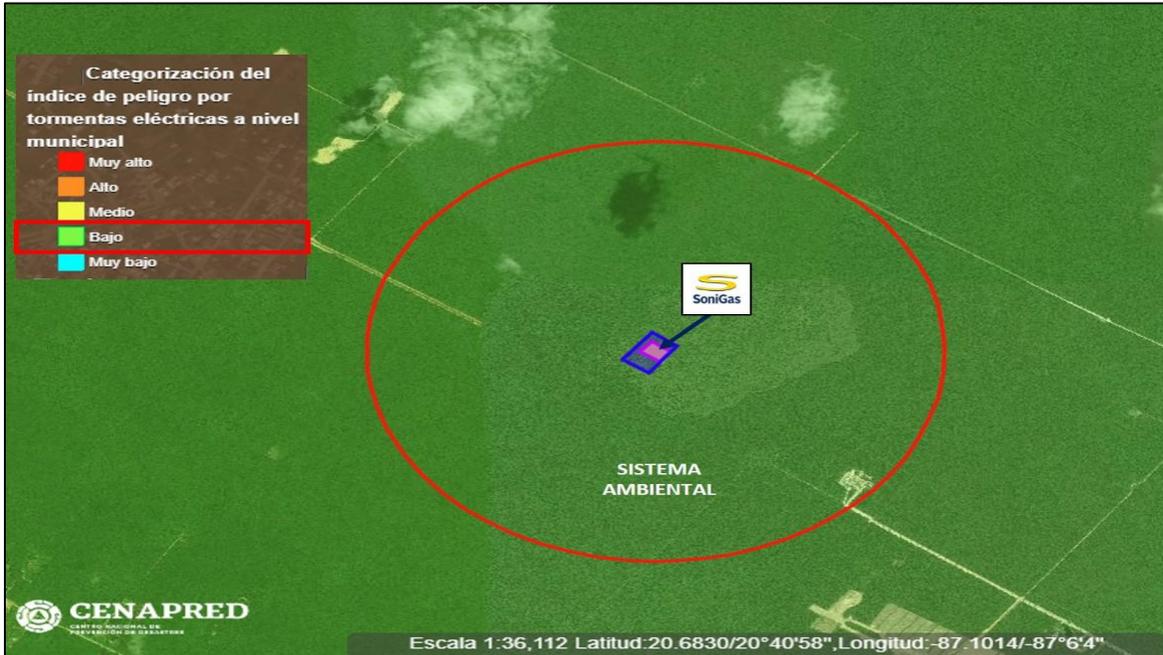


Figura II.3.2.3. Peligro por tormentas eléctricas en el Sistema Ambiental.

Las inundaciones son fenómenos generados por el flujo de corrientes que sobrepasan las condiciones normales alcanzando niveles extraordinarios y difíciles de controlar a causa de la lluvia excesiva o de la inexistencia o defecto del sistema de drenaje. Las inundaciones pueden ser costeras, fluviales, lacustres y pluviales dependiendo del lugar donde se produzcan. Debido a las condiciones de su ubicación geográfica, el Sistema Ambiental de proyecto presenta un índice muy alto de peligro de inundación (Figura II.3.2.4.).

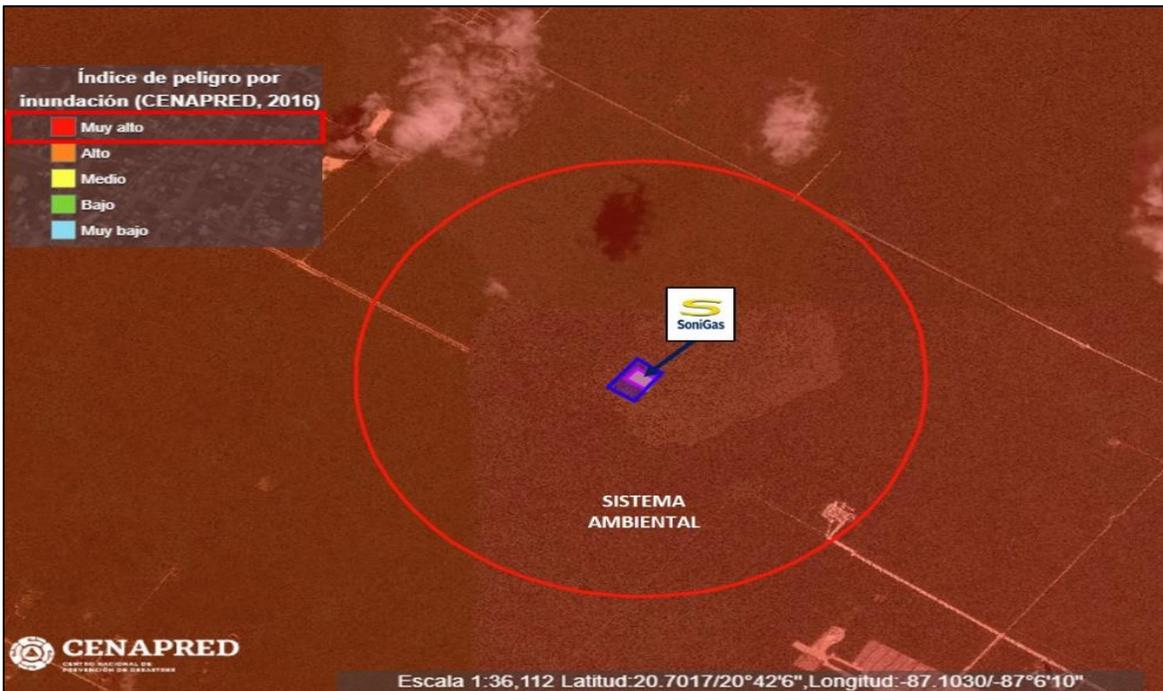


Figura II.3.2.4. Grado de peligrosidad por inundaciones en el Sistema Ambiental.

En cuanto al grado de peligrosidad por bajas temperaturas y por ondas cálidas es muy bajo (Figura II.3.2.5.) y (Figura II.3.2.6.) respectivamente. Y en cuanto a los ciclones tropicales, el peligro por la presencia de este fenómeno es muy alto dado que el proyecto se encuentra en zona tropical (Figura II.3.2.7.).

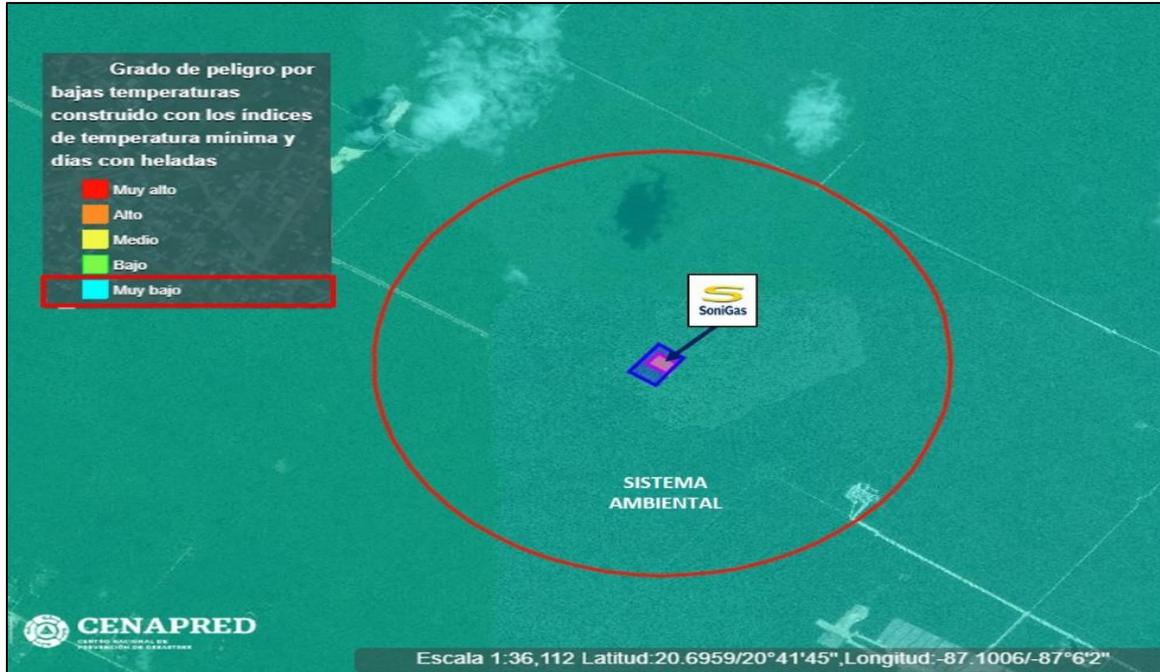


Figura II.3.2.5. Peligro por bajas temperaturas en el Sistema Ambiental.

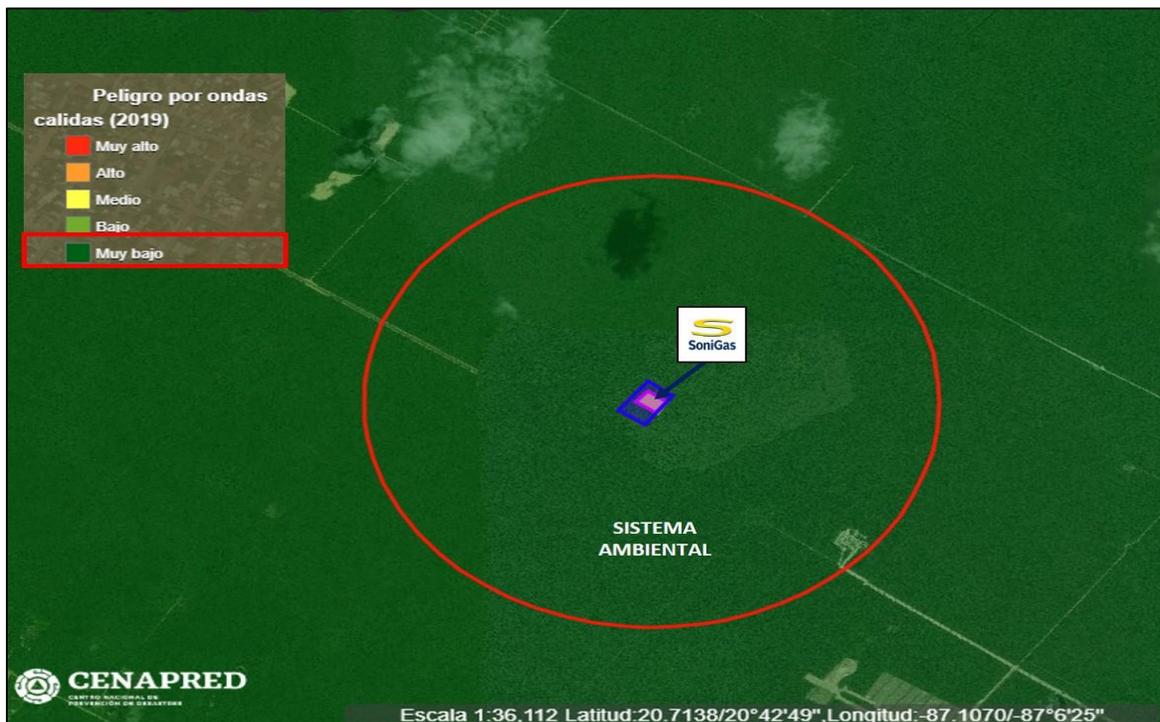


Figura II.3.2.6. Peligro por ondas cálidas en el Sistema Ambiental.

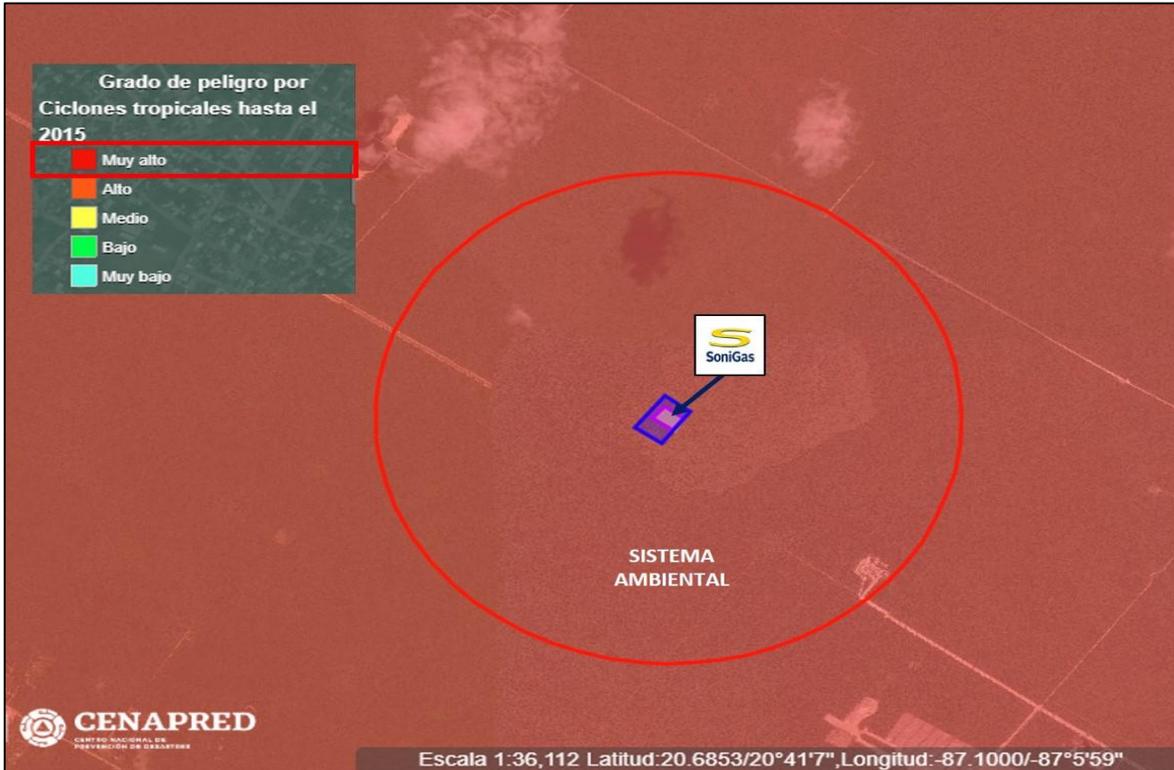


Figura II.3.2.7. Peligro por ciclones tropicales en el Sistema Ambiental.

Los fenómenos climatológicos de mayor relevancia en el Sistema Ambiental son los huracanes y los Nortes; siendo los primeros originados en la región del Atlántico y el Caribe por el calentamiento de las aguas marinas en el período de mayo a noviembre cuando los rayos solares inciden perpendicularmente en la esfera terrestre. La actividad ciclónica también es influida por la variabilidad inducida en la temperatura por el fenómeno de El Niño (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías).

Por otra parte, los “Nortes” son masas de aire frío continental que se cargan de humedad en su paso por el Golfo de México hacia el Sur y generan condiciones lluviosas, acompañadas de fuertes vientos.

Susceptibilidad de la zona

En general, la zona no es susceptible de presentar riesgos geológicos, no se encuentra cerca de volcanes activos o de fallas, no presenta registro histórico de hundimientos, presenta una baja susceptibilidad de laderas inestables (Figura II.3.2.8.) y se localiza en la zona A de la regionalización sísmica el país (Figura II.3.2.9.), es decir que tiene un peligro bajo de sismicidad.



Figura II.3.2.8. Susceptibilidad de laderas en el Sistema Ambiental.

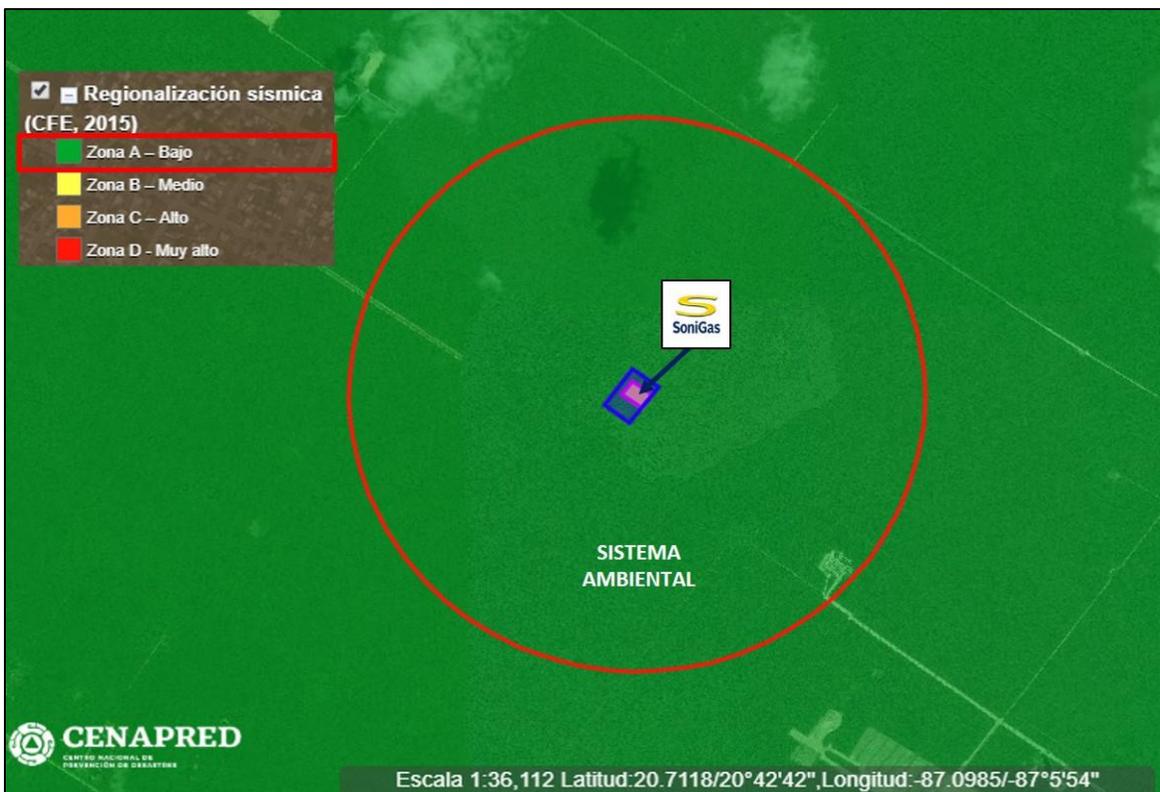


Figura II.3.2.9. Peligro por sísmica en el Sistema Ambiental.

Suelos.

El Sistema Ambiental de la Planta de distribución de Gas L.P., está conformado por suelo de tipo *leptosol* (Figura II.3.2.10.), el cual es un tipo de suelo joven, poco profundo, de color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, que yace sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente. Tiene drenaje interno y superficial eficiente, es rico en materia orgánica y es el principal sustrato de la selva mediana subperennifolia. El suelo de tipo *leptosol* es totalmente apto para el desarrollo de construcciones urbanas por ser lo suficientemente consolidado, no ser corrosivo y no estar sujeto a inundaciones, lo que lo hace apto y seguro para las instalaciones de la Planta.

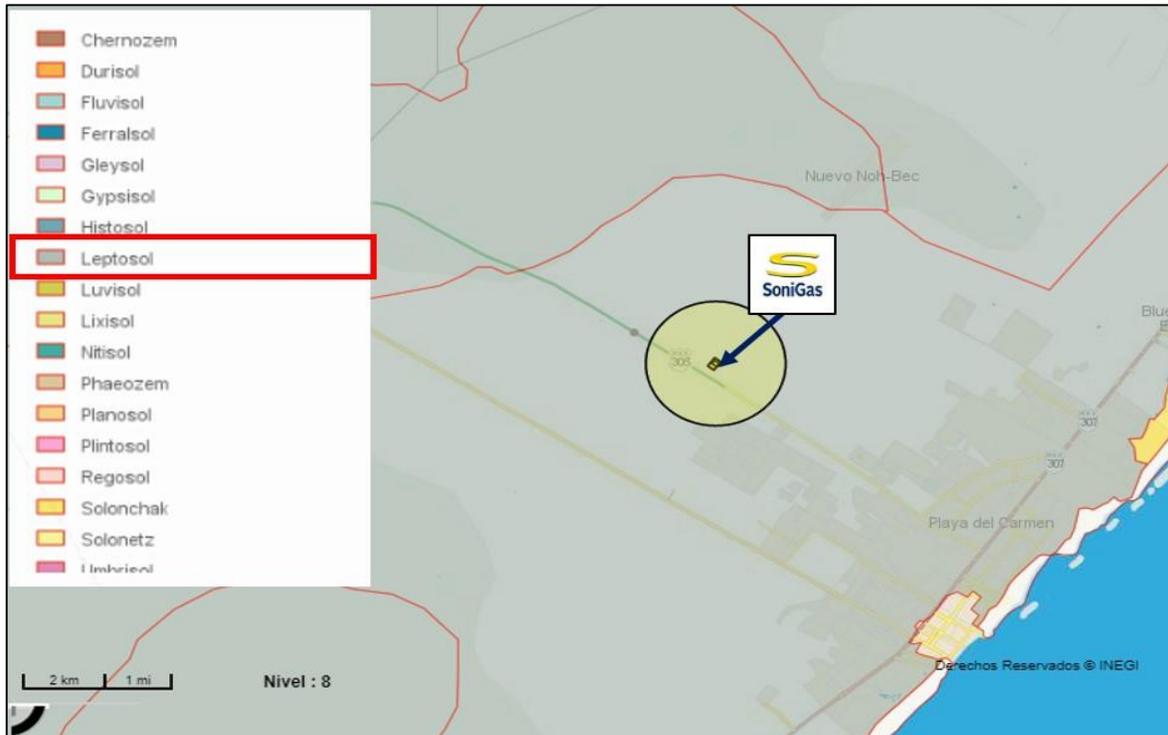


Figura II.3.2.10. Tipo de suelo presente en el Sistema Ambiental.

Hidrología.

Hidrología superficial. El territorio nacional está dividido en regiones hidrológicas las cuales se subdividen en cuencas y estas a su vez se dividen en subcuencas. Las cuencas hidrológicas son áreas por donde el agua de lluvia escurre, transita o drena, fluyendo hacia una corriente principal y de ahí a un almacenamiento de agua interior como un lago o laguna, otro río de otra cuenca o al mar.

El Sistema Ambiental de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra en la región hidrológica Yucatán Norte (RH32), específicamente en la cuenca Quintana Roo (32A), la subcuenca Menda 2 y la microcuenca Playa del Carmen (Figura II.3.2.11.).

Como ocurre en casi toda la península, en la extensión de la cuenca Quintana Roo (32A), no existen corrientes superficiales por la alta infiltración en el terreno y el escaso relieve; tampoco cuerpos de agua de gran importancia, sólo pequeñas lagunas como Cobá, Punta

Laguna y la Unión, lagunas que se forman en el litoral como Conil, Chakmochuk y Nichupté, así como aguadas.

En general la cuenca presenta una problemática de contaminación que genera el enriquecimiento de las aguas con nutrientes a tal velocidad que no pueden ser inmovilizados por mineralización. Esto origina acumulación de materia orgánica proveniente de algas filamentosas que aprovechan el exceso de nutrientes y que al perecer y caer al fondo hacen disminuir enormemente el oxígeno en las aguas profundas.

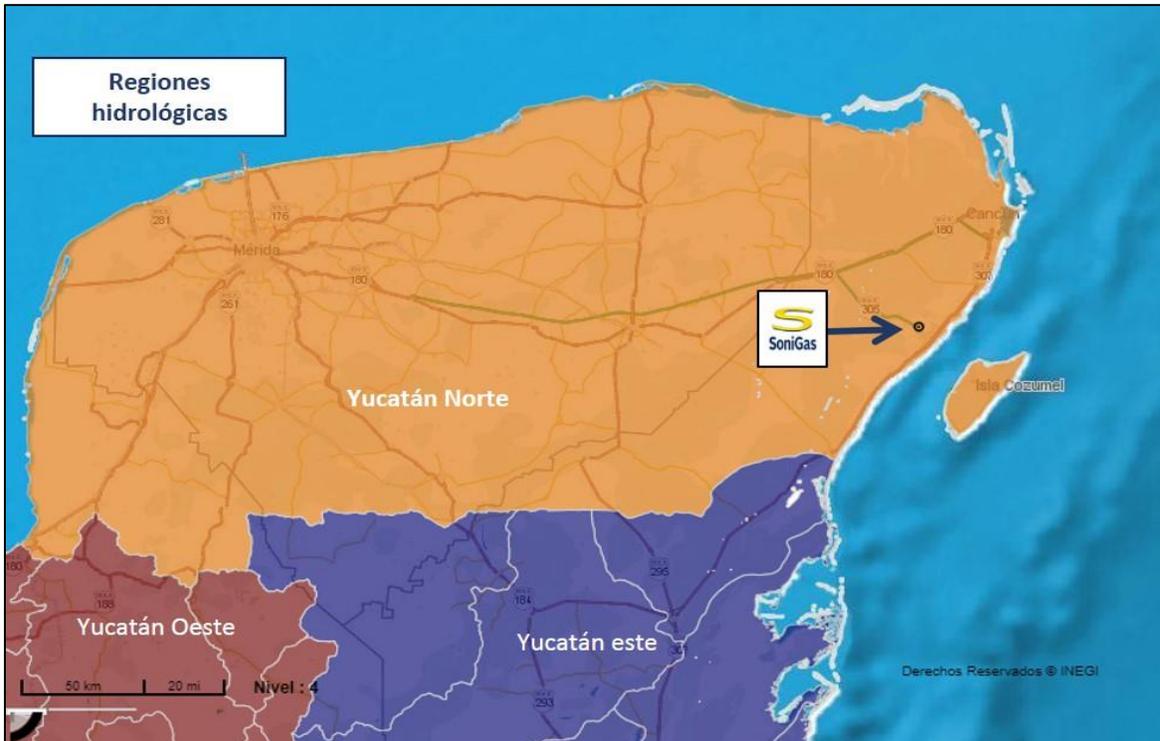


Figura II.3.2.11. Ubicación de la Planta en la Región hidrológica Yucatán Norte

Hidrología subterránea. Las unidades geohidrológicas son áreas de rocas o suelos que se agrupan por su permeabilidad y posibilidad de contener agua y aportarla mediante obras, como pozos profundos o norias.

En el estado de Quintana Roo, existen cuatro zonas geohidrológicas:

1. Cerros y valles
2. Cuencas escalonadas
3. Planicie interior
4. Costas bajas

El Sistema Ambiental de las instalaciones de la Planta se localiza en el acuífero Península de Yucatán (3105), en la zona geohidrológica Planicie interior la cual está formada por rocas calizas de origen marino de edad del Mioceno superior-plioceno donde también se encuentran rocas del Terciario superior. Las calizas presentan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituye un buen acuífero. El acuífero es libre y se encuentra subexplotado; la dirección del flujo del agua subterránea es hacia el este en su

parte media, al Oeste cerca de Yucatán y al Norte en los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres. Tiene una profundidad de 20 a 50 metros hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas; su espesor medio es de 19 metros. El agua es de buena calidad, excepto en las costas, donde los sólidos disueltos muchas veces rebasan las 4 000 partes por millón (Figura II.3.2.12.).

Considerando los volúmenes de agua que ingresan al acuífero en forma de recarga natural e inducida en forma de recarga vertical y entradas horizontales, el acuífero Península de Yucatán tiene una recarga total media anual de 21,813.40 Mm³/año. La disponibilidad del acuífero se mide restando a la recarga total las descargas naturales comprometidas, que en este caso equivale a 14,524.2 Mm³/año, y el volumen concesionado de aguas subterráneas, que para el acuífero Península de Yucatán corresponde a 1,511,978,972 m³/año, de modo que la disponibilidad anual del acuífero es de 5'759,221,028 m³/año, es decir que dicho volumen se encuentra disponible para ser concesionado.

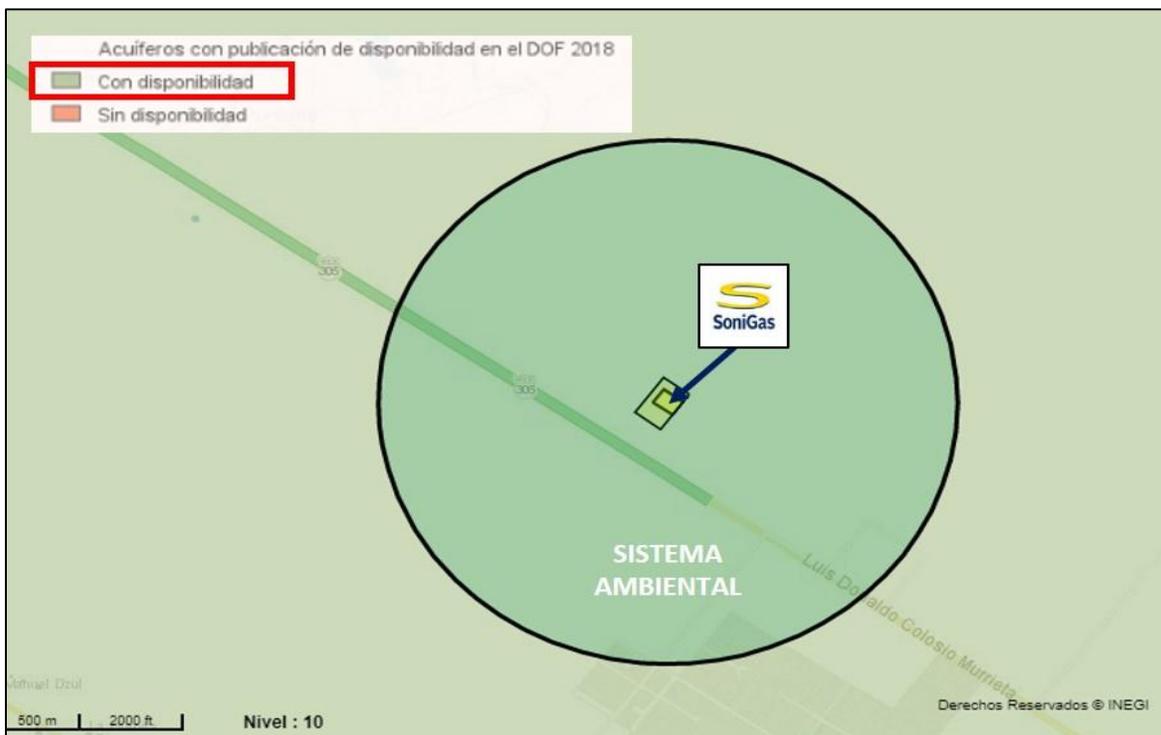


Figura II.3.2.12. Condición del acuífero Península de Yucatán (3105).

Aspectos bióticos.

Vegetación terrestre. En cuanto al uso de suelo y vegetación, de acuerdo con INEGI, el Sistema Ambiental está ocupado por vegetación de tipo selva mediana subperennifolia. No obstante, se puede observar en la (Figura II.3.2.13.) que actualmente el crecimiento de la mancha urbana está alcanzando una porción al Sur del Sistema Ambiental que está clasificado como selva mediana subperennifolia en la serie forestal VI de INEGI 2017.

En las selvas medianas subperennifolias del estado de Quintana Roo, hay presencia de árboles con una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los que normalmente se encuentran en las selvas altas perennifolias.

En la selva mediana subperennifolia se desarrollan diferentes estratos de vegetación: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo, y presenta además plantas epífitas. En el estrato arbóreo, el dosel de tiene tres rangos de altura: árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22, y de 20 a 30 m. También hay presencia de palmas que forman parte de los estratos bajo y medio. Los árboles de este tipo de vegetación más comunes presentes en el estado son: ramón, chakah, sakpaj, kitam che', xtoj yuub, tsi-tsilche', chechen, tzalam, entre otros.

Un gran porcentaje de selva mediana subperennifolia en el estado ha sido afectada por diferentes perturbaciones, por lo que hay presencia de vegetación secundaria arbórea, como es el caso de la vegetación del Sistema Ambiental.



Figura II.3.2.13. Usos de suelo y tipo de vegetación del Sistema Ambiental.

Dentro del área del proyecto.

- **Flora en el área del proyecto.**

Actualmente la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra completamente construida y en su etapa operativa. Debido a que, en su momento, mediante el oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/3225/2017**, se autorizó la construcción de la misma, así como su operación. Por esta razón, al interior de las instalaciones de la Planta no hay presencia de vegetación a excepción de un individuo arbóreo identificado como especie del género *Ficus* y unos cocoteros a manera de ornamento en el área de estacionamiento (Tabla II.3.2.5.).

Tabla II.3.2.5. Flora presente en el área del proyecto.

Especies presentes en el área del proyecto					
Familia	Especie	Nombre común	Tipo de distribución	Estatus de conservación	
				NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Ficus	-	-	-
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	Exótica	No presente	No presente

En el Sistema Ambiental.

- **Flora en el Sistema Ambiental.**

Para identificar la flora del Sistema Ambiental sin invadir terrenos de otros propietarios, se optó por hacer un muestreo al interior del predio de la empresa. Esto considerando que tanto la vegetación del predio de la empresa como la del resto del Sistema Ambiental presentan el mismo tipo de vegetación: selva mediana subperennifolia, siendo además vegetación secundaria arbórea.

El método utilizado consistió en un muestreo sistemático en donde a partir de un punto determinado, en este caso un punto en donde fue más fácil el acceso a la selva, se definieron 9 cuadrantes (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9) alrededor de la Planta. Se distribuyeron 3 cuadrantes por cada lado de la Planta y se definió una distancia aproximada de 40 metros de separación entre sí desde el centro del cuadrante. Cada unidad de muestreo midió 5 metros en cada lado es decir que su superficie fue de 25 m². El método de muestreo se puede observar la siguiente (Figura II.3.2.14.).

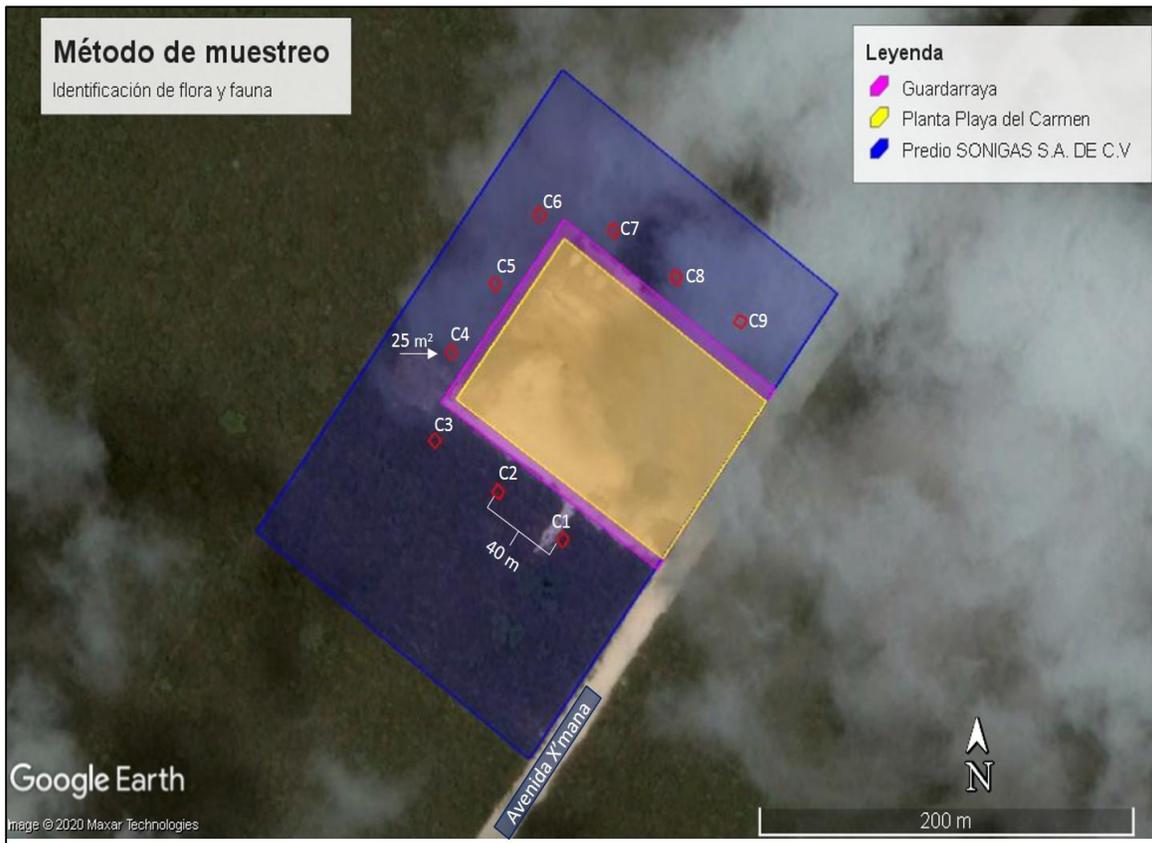


Figura II.3.2.14. Método de muestro para identificación de flora y fauna del Sistema Ambiental.

Una vez delimitados los cuadrantes, se procedió a reconocer la flora ahí presente con ayuda de guías especializadas. Se observaron los tres estratos de vegetación comúnmente presentes en la selva mediana subperennifolia: arbóreo, el arbustivo y el herbáceo. Se identificaron algunas especies herbáceas y se tomó información los individuos arbóreos y arbustivos cuyo diámetro a la altura del pecho era mayor a 10 cm.

Como resultado se identificaron las especies enlistadas en la (Tabla II.3.2.6.) de las cuales es posible observar la presencia de especies que comúnmente dominan en las selvas secundarias como: guarumbo (*Cecropia petata*), chakah (*Bursera simaruba*), pailuk (*Guettarda combsii*), chakats (*Luehea speciosa*) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). Además, entre las especies identificadas, se encontró el cedro rojo (*Cedrela odorata*), especie sujeta a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cabe mencionar que las actividades que se realicen para el aumento de capacidad de la Planta y su posterior operación no implican, en ningún momento, el manejo de las especies presentes en el Sistema Ambiental.

Además, específicamente las actividades que se efectuarán durante la modificación, que se solicita en el presente estudio, se realizarán únicamente en la zona de almacenamiento de la planta sin perturbar la selva que se mantiene en el resto del predio propiedad de la empresa.

Tabla II.3.2.6. Flora identificada en el Sistema Ambiental.

Flora presente en el Sistema Ambiental					
Familia	Especie	Nombre común	Tipo de distribución	Estatus de conservación	
				NOM-059-SEMARNAT-2010	*UICN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen prieto	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Nativa	No presente	Preocupación menor
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	Nativa	No presente	No presente
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	--	No presente	Preocupación menor
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	Nativa	Amenazada	No presente
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	Nativa	No presente	No presente
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albaquilla	Nativa	No presente	No presente
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	Nativa	No presente	Preocupación menor
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	Nativa	No presente	No presente
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Pucté	Nativa	No presente	No presente
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Camote morado	Nativa	No presente	Datos insuficientes
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus souzae</i>	Chaya silvestre	Endémica	No presente	Preocupación menor
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	Nativa	No presente	No presente
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo de tinte	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	Balché	Nativa	No presente	No presente
	<i>Swartzia cubensis</i>	K' atal' oox	Nativa	No presente	No presente

Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	Nativa	No presente	En peligro
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Sakpaj	Endémica	No presente	Preocupación menor
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Luehea speciosa</i>	Chakats	Nativa	No presente	No presente
	<i>Ceiba aescuilifolia</i>	Ceiba	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea	Nativa	No presente	No presente
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo	Nativa	Sujeta a protección especial	Vulnerable
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Nativa	No presente	Vulnerable
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Nativa	No presente	No presente
	<i>Ficus sp.</i>	Ficus	-	-	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Xtojyuub	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tsi-tsilche'	Nativa	No presente	No presente
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Pailuk	Nativa	No presente	Preocupación menor
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Nativa	No presente	No presente
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Tsiminche'	Nativa	No presente	No presente
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Nativa	No presente	Preocupación menor
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	Nativa	No presente	No presente

• **Fauna en el Sistema Ambiental.**

Para la descripción de la fauna se utilizaron los mismos cuadrantes establecidos en el muestreo de la flora (Figura II.3.2.14.). En dichas unidades de muestreo se registraron todas las especies faunísticas observadas de forma directa e indirecta (vocalizaciones, rastros y huellas). Además, al centro de cada cuadrante se permaneció en silencio durante 5 minutos y, con ayuda de binoculares, se buscó el mayor número de aves posible.

Con el fin de complementar la lista de especies muestreadas y dado que gran parte de la diversidad faunística, especialmente la diversidad de aves, varía con las estaciones del año, la lista de especies presentes en el Sistema Ambiental se complementó con una revisión bibliográfica de la fauna presente en el municipio de Solidaridad. Como resultado, a continuación, se enlistan las especies faunísticas susceptibles de presentarse en el Sistema Ambiental (Tabla II.3.2.7.).

Tabla II.3.2.7. Fauna presente en el Sistema Ambiental.

Fauna presente en el Sistema Ambiental				
Clase: Aves				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	No presente	Preocupación menor
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	No presente	Preocupación menor
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	No presente	Preocupación menor	

	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	No presente	Preocupación menor
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín pescador enano	No presente	Preocupación menor
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	No presente	Preocupación menor
	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	No presente	Preocupación menor
	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	No presente	Preocupación menor
Anatidae	<i>Cygnus</i>	Cisnes	No presente	No presente
	<i>Aix sponsa</i>	Pato Arcoíris	No presente	Preocupación menor
	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Alas Verdes	No presente	Preocupación menor
	<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor	No presente	Preocupación menor
	<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	No presente	Preocupación menor
	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	En peligro de extinción	Preocupación menor
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	No presente	Preocupación menor
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Lophodytes cucullatus</i>	Mergo cresta blanca	No presente	Preocupación menor
	<i>Mergus serrator</i>	Mergo copetón	No presente	Preocupación menor
	<i>Mareca americana</i>	Pato chalcuán	No presente	Preocupación menor
	<i>Mareca strepera</i>	Pato friso	No presente	Preocupación menor
	<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	No presente	Preocupación menor
	<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules	No presente	Preocupación menor
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	No presente	Preocupación menor
Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	No presente	Vulnerable
	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	No presente	Preocupación menor
	<i>Panyptila cayennensis</i>	Vencejo tijereta menor	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	Amenazada	Preocupación menor
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	No presente	Preocupación menor
	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	No presente	Preocupación menor

	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera africana	No presente	Preocupación menor
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	No presente	No presente
	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón	No presente	Preocupación menor
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	No presente	Preocupación menor
	<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	En peligro de extinción	Casi amenazado
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	No presente	Preocupación menor
	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	No presente	Preocupación menor
	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro Menor	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna Corona Clara	No presente	Preocupación menor
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Ardea herodias subsp. occidentalis</i>	Garza morena occidental	No presente	No presente
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	No presente	Preocupación menor
Bucconidae	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco de collar	Amenazada	Preocupación menor
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	No presente	Preocupación menor
	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	No presente	Preocupación menor
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	No presente	Preocupación menor
	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacaminos Huil	No presente	Preocupación menor
	<i>Antrostomus badius</i>	Tapacaminos Yucateco	No presente	Preocupación menor
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	No presente	Preocupación menor
	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro	No presente	Preocupación menor
	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	No presente	Preocupación menor
	<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga Hormiguera Garganta Roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Habia rubica</i>	Piranga Hormiguera Corona Roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	No presente	Preocupación menor
	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Sujeta a protección especial	Preocupación menor

	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	No presente	Preocupación menor
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	No presente	Preocupación menor
	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga escarlata	No presente	Preocupación menor
	<i>Piranga roseogularis</i>	Piranga Yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	No presente	Preocupación menor
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	No presente	Preocupación menor
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	No presente	Preocupación menor
	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	En peligro de extinción	Preocupación menor
Charadriidae	<i>Charadrius melodus</i>	Chorlo chiflador	En peligro de extinción	Casi amenazado
	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	Amenazada	Casi amenazado
	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	No presente	Preocupación menor
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	No presente	Preocupación menor
	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	No presente	Preocupación menor
	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo Dorado Americano	No presente	Preocupación menor
	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	No presente	Preocupación menor
Ciconiidae	<i>Jabiru mycteria</i>	Cigüeña jabirú	En peligro de extinción	Preocupación menor
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	No presente	Preocupación menor
	<i>Columba livia</i>	Paloma asiática bravía	No presente	Preocupación menor
	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita Pecho Liso	No presente	Preocupación menor
	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo	No presente	Preocupación menor
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	No presente	Preocupación menor
	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma Cabeza Gris	No presente	Preocupación menor

	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	No presente	Preocupación menor
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	No presente	Preocupación menor
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	No presente	Preocupación menor
	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	Amenazada	Casi amenazado
	<i>Patagioenas nigrirostris</i>	Paloma triste	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca de collar	No presente	Preocupación menor
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	No presente	Preocupación menor
	<i>Zenaida aurita</i>	Huilota Caribeña	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	No presente	Preocupación menor
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	No presente	Preocupación menor
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	No presente	Preocupación menor
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Amenazada	Vulnerable
	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	No presente	Preocupación menor
	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita	Amenazada	Preocupación menor
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	No presente	Preocupación menor
	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	No presente	Preocupación menor
	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	No presente	Preocupación menor
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	No presente	Preocupación menor
	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	No presente	Preocupación menor
	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo rayado	No presente	Preocupación menor
Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	Capuchino tricolor asiático	No presente	No presente
	<i>Lonchura punctulata</i>	Capuchino Pecho Escamoso	No presente	No presente
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	No presente	Preocupación menor
	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	No presente	Preocupación menor
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón murcielaguero	No presente	Preocupación menor

	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	No presente	Preocupación menor
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	No presente	Preocupación menor
	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero Cholino Cara Negra	No presente	No presente
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	No presente	Preocupación menor
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	No presente	Preocupación menor
Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos Canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris	No presente	No presente
	<i>Xenops minutus</i>	Picolezna Común	Sujeta a protección especial	No presente
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	No presente	Preocupación menor
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	No presente	Preocupación menor
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	No presente	Preocupación menor
	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	No presente	Preocupación menor
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	No presente	Preocupación menor
	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pecho Gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	No presente	Preocupación menor
	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	No presente	Preocupación menor
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	No presente	Preocupación menor
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	No presente	Preocupación menor
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	No presente	Preocupación menor
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	No presente	Preocupación menor
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	No presente	Preocupación menor
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus auratus</i>	Calandria Dorso Naranja	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus chrysater</i>	Calandria Dorso Amarillo	No presente	Preocupación menor

	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus mesomelas</i>	Calandria Cola Amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus prothemelas</i>	Calandria Caperuza Negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña	No presente	Preocupación menor
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	No presente	Preocupación menor
	<i>Molothrus oryzivorus</i>	Tordo gigante	No presente	Preocupación menor
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	No presente	Preocupación menor
	<i>Icteria virens</i>	Chipe Grande	No presente	Preocupación menor
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	No presente	Preocupación menor
	<i>Anous stolidus</i>	Charrán Café	No presente	Preocupación menor
	<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro	No presente	Preocupación menor
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso	No presente	Preocupación menor
	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán del Caspio	No presente	Preocupación menor
	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota Plateada	No presente	No presente
	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	No presente	Preocupación menor
	<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría	No presente	Preocupación menor
	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	No presente	Preocupación menor
	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	No presente	Preocupación menor
	<i>Onychoprion anaethetus</i>	Charrán embridado	No presente	Preocupación menor
	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Charrán Albinegro	No presente	Preocupación menor
	<i>Rissa tridactyla</i>	Gaviota Patas Negras	No presente	Vulnerable
	<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano	No presente	Preocupación menor
	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster	No presente	Preocupación menor
	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	No presente	Preocupación menor
	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor

	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	No presente	Preocupación menor
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich	No presente	Preocupación menor
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro	Sujeta a protección especial	Casi amenazado
	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	No presente	Preocupación menor
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules	No presente	Preocupación menor
	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto Corona Negra	No presente	Preocupación menor
Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita Norteamericana	No presente	Preocupación menor
Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro Estaca Norteño	No presente	Preocupación menor
Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Onychorhynchidae	<i>Myiobius sulphureipygius</i>	Mosquero Rabadilla Amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	En peligro de extinción	No presente
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	No presente	Preocupación menor
Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de collar	No presente	Preocupación menor
	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patilludo	No presente	Preocupación menor
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	No presente	Preocupación menor
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	No presente	Preocupación menor
	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	No presente	Preocupación menor
	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	No presente	Preocupación menor
	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo	No presente	No presente
	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	No presente	No presente
	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris	No presente	No presente
	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	No presente	Preocupación menor
	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	No presente	Preocupación menor
	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	No presente	Preocupación menor

	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga americana</i>	Chipe Pecho Manchado	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga caerulescens</i>	Chipe azulnegro	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga castanea</i>	Chipe castaño	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe Flancos Castaños	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga striata</i>	Chipe Cabeza Negra	No presente	Casi amenazado
	<i>Setophaga tigrina</i>	Chipe atigrado	No presente	Preocupación menor
	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	No presente	Preocupación menor
	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe Alas Amarillas	No presente	Casi amenazado
	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe Alas Azules	No presente	Preocupación menor
Passerellidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	No presente	Preocupación menor
	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde	No presente	Preocupación menor
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	No presente	Preocupación menor
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	No presente	Preocupación menor
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	No presente	Preocupación menor
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano Blanco Americano	No presente	Preocupación menor
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café	No presente	Preocupación menor
Phaethontidae	<i>Phaethon lepturus</i>	Rabijunco cola blanca	No presente	Preocupación menor
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejón	No presente	No presente

	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	No presente	No presente
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	Amenazada	Casi amenazado
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco americano	Amenazada	Preocupación menor
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Olivo	No presente	Preocupación menor
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	No presente	No presente
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	No presente	Preocupación menor
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	No presente	Preocupación menor
	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	No presente	No presente
	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	No presente	Preocupación menor
	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	No presente	No presente
Pipridae	<i>Ceratopipra mentalis</i>	Saltarín Cabeza Roja	No presente	Preocupación menor
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	No presente	Preocupación menor
	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita pispirria	No presente	Preocupación menor
	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgrís	No presente	Preocupación menor
	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Saltón Picudo	No presente	Preocupación menor
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Cachetes Amarillos	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Amazona farinosa</i>	Loro corona azul	En peligro de extinción	No presente
	<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	En peligro de extinción	En peligro
	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja	En peligro de extinción	Preocupación menor
	<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Pyrilia haematotis</i>	Loro cabeza oscura	En peligro de extinción	Preocupación menor
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial	No presente

Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	Rascón Cuello Canela	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	No presente	Preocupación menor
	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta Frente Roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón pinto	No presente	Preocupación menor
	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	No presente	Preocupación menor
	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	No presente	Preocupación menor
	<i>Rallus crepitans</i>	Rascón Costero del Atlántico	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela	No presente	No presente
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	Amenazada	Preocupación menor
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	No presente	No presente
	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	No presente	Preocupación menor
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	No presente	Preocupación menor
	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedras rojizo	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris canutus</i>	Playero Rojo	No presente	Casi amenazado
	<i>Calidris fuscicollis</i>	Playero rabadilla blanca	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris minutilla</i>	Playero Diminuto	No presente	Preocupación menor
	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado	No presente	Casi amenazado
	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Norteamericana	No presente	Preocupación menor
	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto	No presente	Preocupación menor
	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo	Amenazada	Preocupación menor

	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	No presente	Preocupación menor
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	No presente	Preocupación menor
	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	No presente	Preocupación menor
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	No presente	Preocupación menor
	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiú	No presente	Preocupación menor
	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	No presente	Preocupación menor
Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito	No presente	Preocupación menor
Strigidae	<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho Barrado Albinegro	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	No presente	Preocupación menor
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	No presente	Preocupación menor
	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote Sapo	No presente	Preocupación menor
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto europeo	No presente	Preocupación menor
Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Bobo enmascarado	No presente	Preocupación menor
	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café	No presente	Preocupación menor
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliiatus</i>	Batará barrado	No presente	Preocupación menor
Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	No presente	Preocupación menor
	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	No presente	Preocupación menor
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	No presente	Preocupación menor
	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	No presente	Preocupación menor
	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris	No presente	No presente
	<i>Saltator maximus</i>	Saltador Garganta Ocre	No presente	Preocupación menor
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas	No presente	Preocupación menor
	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara Cabeza Gris	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tangara Rojinegra	No presente	Preocupación menor
	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara Alas Amarillas	No presente	No presente
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azulgris	No presente	No presente
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	No presente	Preocupación menor
	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	No presente	Preocupación menor

	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	No presente	Preocupación menor
	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	No presente	Preocupación menor
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	No presente	Preocupación menor
	<i>Pachyramphus major</i>	Cabezón Mexicano	No presente	Preocupación menor
	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	No presente	Preocupación menor
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	No presente	Preocupación menor
	<i>Schiffornis veraepacis</i>	Flautín Cabezón Mesoamericano	No presente	Preocupación menor
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	No presente	Preocupación menor
	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí Cola Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Vientre Canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	No presente	Preocupación menor
	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero mexicano	No presente	Preocupación menor
	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda Oriental	No presente	Preocupación menor
	<i>Chlorostilbon canivetii subsp. canivetii</i>	Esmeralda tijereta	No presente	No presente
Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de Carolina	No presente	Preocupación menor
	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común	No presente	Preocupación menor
	<i>Uropsila leucogastra</i>	Saltapared Vientre Blanco	No presente	Preocupación menor
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	No presente	Preocupación menor
Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Coa Violácea Norteña	No presente	No presente
	<i>Trogon collaris</i>	Coa de Collar	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa Cabeza Negra	No presente	Preocupación menor
Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal Canelo	No presente	Preocupación menor
	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Catharus minimus</i>	Zorzal cara gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteojos	No presente	Preocupación menor
	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal Moteado	No presente	Casi amenazado

	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	No presente	Preocupación menor
	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	No presente	Preocupación menor
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero Atila	No presente	Preocupación menor
	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón	No presente	Preocupación menor
	<i>Contopus cinereus</i>	Papamoscas Tropical	No presente	No presente
	<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal	No presente	Casi amenazado
	<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del Este	No presente	Preocupación menor
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Mosquero Elaenia Copetón	No presente	Preocupación menor
	<i>Elaenia martinica</i>	Mosquero Elenia Caribeño	No presente	Preocupación menor
	<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas Vientre Amarillo	No presente	Preocupación menor
	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico	No presente	Preocupación menor
	<i>Legatus leucophaeus</i>	Papamoscas Rayado Chico	No presente	Preocupación menor
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Mosquerito Gorra Café	No presente	Preocupación menor
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	No presente	Preocupación menor
	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito Ocre	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas Rayado Cheje	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito Verdoso	No presente	Preocupación menor
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	No presente	Preocupación menor
	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquerito Pico Curvo	No presente	Preocupación menor
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	No presente	Preocupación menor
	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquerito Pico Chato	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Poecilotriccus sylvia</i>	Mosquerito Espatulilla Gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	No presente	Preocupación menor
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquerito Pico Plano	No presente	Preocupación menor	

	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí	No presente	Preocupación menor
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Mosquerito Espatulilla Común	No presente	Preocupación menor
	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Mosquerito Ojos Blancos	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Cuír	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus savana</i>	Tirano Tijereta Gris	No presente	Preocupación menor
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	No presente	Preocupación menor
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	No presente	Preocupación menor
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón Cejas Canela	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo altiloquus</i>	Vireo bigotudo	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojos Rojos	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	No presente	Preocupación menor
	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	No presente	Preocupación menor
	<i>Pachysylvia decurtata</i>	Vireocillo Cabeza Gris	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	Vireocillo Corona Canela	Sujeta a protección especial	Preocupación menor	

Clase: Mammalia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	En peligro de extinción	En peligro
	<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	En peligro de extinción	En peligro
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No presente	Preocupación menor

Clase: Mammalia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No presente	Preocupación menor
	<i>Odocoileus virginianus yucatanensis</i>	Venado cola blanca yucateco	No presente	No presente
	<i>Mazama pandora</i>	Temazate	No presente	Vulnerable
Cricetidae	<i>Sigmodon toltecus</i>	Rata algodónera	No presente	Preocupación menor
	<i>Otodylomys phyllotis phyllotis</i>	Rata trepadora de orejas grandes	No presente	Preocupación menor
	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	No presente	Preocupación menor
	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrozera pigmea	No presente	No presente
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	No presente	Preocupación menor
	<i>Otonyctomys hatti</i>	Rata arborícola yucateca	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespá	No presente	Preocupación menor
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	No presente	Preocupación menor
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	No presente	Preocupación menor
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	No presente	Preocupación menor
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	No presente	Preocupación menor
	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatroojos gris	No presente	Preocupación menor
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago rayado mayor	No presente	Preocupación menor
	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro menor	No presente	Preocupación menor
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	Amenazada	Preocupación menor
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	En peligro de extinción	Casi amenazado
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	En peligro de extinción	Casi amenazado
Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo	No presente	En peligro
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro	No presente	Preocupación menor
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	En peligro de extinción	Preocupación menor
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga	No presente	Preocupación menor
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Tamandúa norteño	No presente	Preocupación menor
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	No presente	Preocupación menor

Clase: Mammalia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
	<i>Micronycteris sp.</i>	--	--	--
	<i>Glossophaga soricina handleyi</i>	Sopichí	No presente	No presente
	<i>Artibeus lituratus palmarum</i>	Murciélago	No presente	No presente
	<i>Sturnira lilium parvidens</i>	Murciélago	No presente	No presente
	<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	Murciélago	No presente	No presente
	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago soricina	No presente	Preocupación menor
	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	No presente	Preocupación menor
	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	No presente	Preocupación menor
	<i>Chrotopterus auritus</i>	Vampiro falso lanudo	Amenazada	Preocupación menor
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	No presente	Preocupación menor
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No presente	Preocupación menor
	<i>Nasua narica yucatanica</i>	Coatí yucateco	No presente	No presente
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	No presente	No presente
	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	No presente	Preocupación menor
Soricidae	<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña orejillas yucateca	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Jabalí europeo	No presente	Preocupación menor
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	No presente	No presente

Clase: Reptilia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	No presente	Preocupación menor
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	No presente	No presente
	<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Sujeta a protección especial	Preocupación menor

Clase: Reptilia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra guardacaminos lineada	No presente	Preocupación menor
	<i>Lampropeltis abnorma</i>	Falsa coralillo real centroamericana	No presente	Preocupación menor
	<i>Tropidodipsas sartorii sartorii</i>	Culebra caracolera de oriente	No presente	Preocupación menor
	<i>Tantillita canula</i>	Culebra cienpiés yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Coniophanes schmidti</i>	Culebra rayada yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	No presente	Preocupación menor
	<i>Spilotes pullatus</i>	Serpiente tigre	No presente	Preocupación menor
	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	No presente	Preocupación menor
	<i>Leptodeira polysticta</i>	Culebra ojo de gato	No presente	No presente
	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana	No presente	Preocupación menor
	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera de sangre	No presente	Preocupación menor
	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera perico	Amenazada	Preocupación menor
	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	No presente	Preocupación menor
	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera	No presente	No presente
	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de cafetal espalda roja	No presente	Preocupación menor
	<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Ratonera yucateca	Sujeta a protección especial	No presente
	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato de la selva	No presente	Preocupación menor
	<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada	No presente	Preocupación menor
	<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea	No presente	Preocupación menor
	<i>Coniophanes meridanus</i>	Culebra sin raya peninsular	No presente	Preocupación menor
	<i>Senticolis triaspis triaspis</i>	Culebra ratonera	No presente	Preocupación menor
	<i>Tantilla moesta</i>	Culebra cienpiés de panza negra	No presente	Preocupación menor
	<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordelilla chata	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	No presente	Preocupación menor

Clase: Reptilia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
	<i>Corytophanes cristatus</i>	Turipache cabeza lisa	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Laemanctus serratus</i>	toloque coronado	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Corytophanes hernandesii</i>	Turipache de monataña	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrio de pantano	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	Sujeta a protección especial	Vulnerable
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	No presente	No presente
	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo parde del Caribe	No presente	No presente
	<i>Anolis ustus</i>	Anolis	No presente	No presente
	<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma	No presente	No presente
	<i>Anolis tropidonotus</i>	Abaniquillo escamoso mayor	No presente	No presente
	<i>Anolis sagrei sagrei</i>	Abaniquillo pardo del Caribe	No presente	No presente
Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Serpiente coralillo del sureste	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga de Guadalupe	No presente	No presente
	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga gravada	No presente	No presente
	<i>Trachemys venusta iversoni</i>	Tortuga	No presente	No presente
	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga pinta	Sujeta a protección especial	No presente
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco yucateco de bandas	Amenazada	Preocupación menor
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	No presente	No presente
	<i>Hemidactylus mabouia</i>	Geco casero tropical	No presente	No presente
Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	Amenazada	Casi amenazada
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Amenazada	Preocupación menor
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Tortuga pecho quebrado labios blancos	Sujeta a protección especial	No presente
	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Kinosternon scorpioides cruentatum</i>	Tortuga candado	No presente	No presente

Clase: Reptilia				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	No presente	Preocupación menor
	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	No presente	Preocupación menor
Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Eslizón yucateco	No presente	Preocupación menor
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarajo	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	No presente	Preocupación menor
	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	No presente	Preocupación menor
Typhlopidae	<i>Indotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega afroasiática	No presente	No presente
Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	No presente	No presente
	<i>Crotalus tzabcan</i>	Cascabel yucateca	No presente	Preocupación menor
	<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	Sujeta a protección especial	Preocupación menor
Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija nocturna de puntos amarillos	Sujeta a protección especial	Preocupación menor

Clase: Insecta				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059-SEMARNAT-2010	*IUCN
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Abeja melífera europea	No presente	No presente
Coenagrionidae	<i>Ischnura ramburii</i>	Caballito pigmeo de Rambur	No presente	No presente

*IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

En la (Tabla II.3.2.7.) se enlistan especies de las clases: Aves, Mammalia y Reptilia debido a que generalmente la presencia de estos grupos es lo que determina la diversidad de otros grupos taxonómicos. No obstante, también se mencionan algunas especies de la clase Insecta observadas en el Sistema Ambiental.

Como puede observarse, por tratarse de una selva tropical, una gran cantidad de especies son susceptibles de encontrarse en el Sistema Ambiental y muchas de ellas se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo nacional o internacional. Sin embargo, es importante reiterar que las actividades que se realizarán durante la modificación de la Planta, no afectarán en ningún momento la diversidad faunística del lugar ya que estas actividades se ejecutarán dentro de las instalaciones de la Planta, en la zona de almacenamiento.

II.4. PAISAJE.

Para describir un paisaje, es necesario identificar los elementos y características físicas del medio que, en este estudio, permiten conocer la capacidad que tendrá el paisaje para asimilar los efectos de las etapas de operación y mantenimiento de la planta de distribución de gas I. p. Para conocer y describir las características del paisaje, se consideran tres aspectos:

- **Visibilidad.**

Dado que la Planta ya se encuentra completamente construida y en operación, dentro de ella la visibilidad es clara y únicamente obstruida por las instalaciones de la misma.

Fuera de los límites de las instalaciones de la empresa, la visibilidad está interrumpida por la compleja estructura del bosque que está compuesta por los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Por lo que no es posible ver más allá de 2 a 3 metros de distancia, salvo por algunos claros presentes en el sitio.

- **Calidad paisajística, que incluye tres elementos:**

Características intrínsecas del sitio: El tipo de vegetación del Sistema Ambiental está identificado como selva mediana subperennifolia, no obstante, en una pequeña porción al Sur del Sistema se puede observar el crecimiento de los asentamientos humanos. La topografía del lugar corresponde a las planicies de la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, de la provincia fisiográfica Península de Yucatán.

Calidad visual: A una distancia de entre 500 y 700 metros alrededor de la Planta hay únicamente presencia de selva mediana subperennifolia compuesta por vegetación secundaria arbórea, la cual está atravesada al Este por la avenida Luis Donald Colosio y al Sur por la avenida X'Mana. Además, al Suroeste de la Planta, al interior del predio de la empresa, a unos 37 metros de distancia se localiza un cenote.

Calidad del fondo escénico: La Planta se localiza inmersa en un paisaje compuesto por vegetación secundaria arbórea, lo que indica que en el pasado ya fue alterado. Además, el cruce de caminos trazados para conectar a la localidad de Playa del Carmen con otras localidades, así como el crecimiento de la mancha urbana que se observa al Sur del Sistema Ambiental indican que el sistema sigue siendo intervenido y alterado.

- **Fragilidad.**

Considerando que la Planta ya se encuentra completamente construida y en etapa operativa y que además las modificaciones pretendidas se realizarán específicamente en la zona de almacenamiento, no habrá afectación del sitio más allá de los límites de la misma. Además, se espera que, con las medidas de prevención y mitigación que se presentan en el Capítulo VI de la MIA-P, se pueda facilitar el buen manejo del área.

II.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

La inclusión del medio socioeconómico al presente estudio, radica en la influencia que se tiene en el Sistema Ambiental por la operación de la Planta, considerando que las condiciones biofísicas y sociales están estrechamente relacionadas.

El área del Sistema Ambiental de la Planta corresponde a 9,830,934.279 km² de los cuales, de acuerdo con el análisis estadístico de la página de INEGI- Mapa Digital de México versión 6.3.0, la mayor parte de esta se encuentra de dentro de la localidad de Playa del Carmen (Figura II.5.1.).



Figura II.5.1. Ubicación de la planta dentro de la localidad de Playa del Carmen.

De acuerdo con la información obtenida del Inventario Nacional de Viviendas del INEGI, dentro del Sistema Ambiental se registran las siguientes características económicas y poblacionales (Tabla II.5.1.).

Tabla II.5.1. Características económicas y poblacionales particulares del Sistema Ambiental.

	Características de vivienda	Total	Características de población	Total
Viviendas habitadas	Con recubrimiento en piso	0	Población de 0 a 14 años	0
	Con energía eléctrica	0	Población de 15 a 29 años	0
	Con agua entubada	0	Población de 30 a 59 años	0
	Con drenaje	0	Población de 60 y más años	0
	Con servicios sanitario	0	Población con discapacidad	0
	Con 3 o más ocupantes por cuarto	0		
Viviendas no habitadas		0	Población total	0
Total de viviendas:		0		

Establecimientos económicos	Total
Industrias manufactureras	1
Comercio al por mayor	6
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1

Fuente: INEGI

A continuación, se hace una descripción de las características socioeconómicas de la localidad de Playa del Carmen, comparándolas con las características a nivel municipal para comprender así de mejor manera la influencia que las actividades de modificación y posterior operación pretendidas en la Planta, tendrán sobre la localidad.

- **Demografía.**

Población y vivienda: Las características específicas de población y vivienda de cada localidad presente en el Sistema Ambiental son las siguientes (Tabla II.5.2.).

Tabla II.5.2. Información de población y vivienda.

Indicador	Municipio de Solidaridad	Playa del Carmen
Población		
Total al 2010	159310	149923
Masculina	83468	78169
Femenina	75842	71754
De 0 a 2 años	11044	10452
De 3 a 5 años	10191	9645
De 6 a 11 años	16170	15363
De 12 a 14 años	6397	6088
De 15 a 17 años	7141	6769
De 18 a 24 años	27857	25733
Con 60 o más años	3639	3427
Vivienda		
Total de Viviendas	69301	63784
Total de Viviendas habitadas	48922	46145
Viviendas particulares habitadas	48092	45405
Con piso de tierra	829	666
Que disponen de luz eléctrica	46181	43711
Que disponen de excusado o sanitario	45996	43444
Que disponen de drenaje	45964	43506
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien (radio, televisión, refrigerador, entre otros).	844	651

Fuente: INEGI

Educación y servicios de salud: Las condiciones educativas y de salud de cada localidad se presentan en la (Tabla II.5.3.):

Tabla II.5.3. Condiciones educativas y de salud.

Indicador	Municipio de Solidaridad	Playa del Carmen
Educación		
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	5227	4906
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	773	725
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	628	593
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	4272	4105
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	2894	2752
Población de 15 años y más analfabeta	3079	2751
Población de 18 años y más con educación posbásica	43824	41648
Salud		
Población no derechohabiente a servicios de salud	55058	52464
Población con derechohabiente a servicio de salud	98440	92003
Población derechohabiente del IMSS	74234	69545
Población derechohabiente del ISSSTE o ISSSTE estatal	3639	3560
Población derechohabiente del seguro popular	15975	14533

Fuente: INEGI

Rezago social e índices de marginación: El grado de marginación del municipio de Solidaridad y de la localidad de Playa del Carmen es muy bajo y bajo, respectivamente (Tabla II.5.4.).

Tabla II.5.4. Grado de marginación.

Indicador	Municipio de Solidaridad	Playa del Carmen
Grado de marginación 2010	Muy bajo	Bajo

Indicadores socioeconómicos: Los indicadores relacionados con la participación económica se presentan en la (Tabla II.5.5.).

Tabla II.5.5. Características relacionadas con la participación económica por localidad.

Indicador	Municipio de Solidaridad	Playa del Carmen
Características económicas		
Población económicamente activa (PEA)	81832	76602
Población económicamente no activa	34559	32667
Ocupada	78889	73749
Desocupada	2943	2853

Fuente: INEGI



SONIGAS, S.A. DE C.V.

Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

**AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL CARMEN.**

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS
EN MATERIA AMBIENTAL

*Consultores Asociados en Seguridad Industrial y
Protección Ambiental*



III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

DERIVADAS DE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS MEDIANTE LA METODOLOGÍA WHAT IF...?

1. 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 deben apearse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apearse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.
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 la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea.
4. Mantener el área libre de material combustible.
5. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).
6. Cumplir con el punto 5.8 de la NOM-002-STPS-2010 “Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo”.
7. 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 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.
9. 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.
10. Obtener el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010, *Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento* y una vez entre en vigor el PROY-NOM-002-ASEA-2019 se deberá cumplir con las especificaciones y requisitos técnicos que se establecen en dicha Norma.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Las operaciones deben de ser controladas y monitoreadas de forma continua.
15. Establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio.
16. La cisterna o tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.
17. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.

18. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
19. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.
20. Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.
21. Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.
22. Deberá considerarse la factibilidad técnico-económica de un medidor-indicador de nivel de tipo radar con señal automática para activación de paro de emergencia.
23. Verifique 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.
24. Verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.
25. En caso de que los recipientes de almacenamiento hayan estado expuestos 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.
26. Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco de conformidad con la normatividad aplicable.
27. Los choferes de los auto-tanques deben 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.
28. 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.

29. El personal que realice las operaciones de trasiego deberá confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo.
30. 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.
31. Bajo condiciones normales renueve anualmente el sello mecánico de las bombas.
32. Incluir la limpieza periódica del filtro de las bombas en el programa de mantenimiento preventivo.
33. Elaborar un Programa Mensual de detección de fugas.
34. Verificar que no existen fugas en la línea de succión y descarga.
35. Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.
36. Mantener el equipo eléctrico en buenas condiciones.
37. 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.

38. 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.
39. Eliminar fuentes de ignición.
40. Detectores portátiles de mezclas explosivas.
41. 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.
42. 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.
43. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-008-SESH/SCFI-2010.

MEDIDAS ADICIONALES.

1. Se deberá verificar los valores de la conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a lo establecido en el numeral 5.3, 5.4 y 5.6 del Capítulo 5. Obligaciones del patrón, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-022-STPS-2015**. Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad. Dicha revisión se ha de efectuar de manera anual al menos o cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación de la Red de Puesta a Tierra.
2. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad y de las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la Planta que puedan generar una situación riesgosa. El plan deberá estar conforme a lo señalado en el punto 2 del inciso XIII del Sistema de Administración.
3. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
4. Elaborar e implementar un Programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que estos cumplan con las condiciones establecidas en el numeral **7.2** incisos **a) al m)**, de acuerdo con el **Capítulo 7. Condiciones de prevención y protección contra incendios** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo**, el cual asegure la ubicación de dichos elementos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014, Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de seguras en su operación**, tal como señala la tabla contenida en el numeral **4.2.4.3.1.2** y **4.2.4.3.2.1**.
5. Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.
6. Deberá mantener una presión mínima de 7 kg/cm² en toda la red hidráulica. Esta condición deberá conservarse cuando el sistema esté funcionando, es decir, cuando estén abiertas un determinado número de mangueras o rociadores, según las especificaciones del fabricante o instalador. Asimismo, deberá mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.
7. 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.*

III.1.1. SISTEMA S DE SEGURIDAD.

A continuación, se enlistan cada uno de los elementos que pueden prevenir, controlar la atención a eventos extraordinarios.

RECIPIENTES No. 1 Y 2 CAPACIDAD DE 250,000 LITROS.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Cuatro válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (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 retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 2,512 m³/hr (88,700 ft³/hr) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de cada tanque, cuentan con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

RECIPIENTES No. 3 Y 4 CAPACIDAD DE 378,500 LITROS.

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnetel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- 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.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (3"), con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.

- Tres válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 946 LPM (250 GPM) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212PA.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- Tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m3/min cada una. Estas válvulas contarán con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a cada tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior de cada tanque, contarán con tubos de descarga de acero cedula 40 de 76 mm de diámetro (3") y de 2.00 metros de altura.

Asimismo, se cuenta con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de Gas L.P., tales como:

CONTROLES MANUALES, AUTOMÁTICOS Y DE MEDICIÓN.

- a) Controles manuales.** En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/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 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1,2 4 y 5, y de 25 mm (1") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-liquido excedente a los tanques de almacenamiento; este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencia y esta calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 Lb/in²).
- c) Controles de medición.** Anteriores a las tomas de suministro y de carburación, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los tanques de los auto-tanques y de los tanques de carburación montados en los vehículos propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	Tomas de suministro	Toma de carburación
Marca:	Neptune	Neptune
Tipo:	4D	4D
Diámetro de entrada y salida:	51 mm	32 mm
Capacidad:	380 LPM (100 GPM) máx. 78 LPM (20 GPM) min.	114 LPM (30 GPM) máx. 19 LPM (5 GPM) min.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm ²	24.6 kg/cm ²
Registro Modelo:	Electrónico	Electrónico

EXTINTORES.

Extintores manuales. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio, se tendrán 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 estarán colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 metros medidos del NPT a la parte más alta del exterior, señalándose donde estén ubicados de acuerdo a las Normas vigentes. Adicionalmente se tendrá en el área de almacenamiento un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, 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 estarán sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas. Los extintores de 9 kg de PQS estarán ubicados en los lugares siguientes:

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Toma de carburación de autoconsumo	1
Tomas de suministro	2
Zona de almacenamiento	8
Bombas para agua contra incendio	1
Bombas de trasiego de Gas L.P.	5
Compresor de Gas L.P.	1
Generador de energía eléctrica	1
Almacenes	2
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o auto-tanques.	12
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta de distribución.	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Muelle de llenado de recipientes transportables	4
Caseta de vigilancia	1
Oficinas	4
Comedor	1
Taller mecánico automotriz	2
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	1
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	1
Bodegas	1

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

Accesorios de protección. A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los 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 incendio. Los trajes de bombero estarán dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo en el cuarto contra incendio.

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

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 127V.

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 122.5 m³ de agua con las siguientes medidas: Planta 7.00 x 7.00 metros y profundidad de 2.50 m este recinto se encuentra subterráneo, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros su llenado se realiza a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio está construido a un costado de la cisterna con dimensiones interiores en Planta de 7.00 x 4.50 metro y altura de 2.50 metros bajo el nivel de piso, cuenta con acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- Una bomba acoplada a motor de combustión de 86 HP y gasto de 4,500 LPM a 6 kg/cm² de presión.
 - Una bomba acoplada a motor eléctrico de 75 HP y gasto de 4,500 LPM a 6 kg/cm² de presión.
3. Red distribuidora, construida con tubo de Polietileno de alta densidad, clase 14.25 kg/cm² accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 kg/cm². Esta tubería se tiene instalada en forma visible y subterránea a 1.00 de profundidad; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 152 mm (6") de diámetro.

Este sistema se 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 enfriamiento de los recipientes, se cuenta con válvula de compuerta de accionamiento manual de 152 mm (6") de diámetro.
 - La tubería es de acero al carbón cedula 40, en su recorrido visible.
4. Tubería y elementos de rociado para los recipientes:
 - Los recipientes cuentan con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba, que se derivan de una tubería central longitudinal.
 - Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo de los recipientes, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.
 - El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas para recipiente No.1 y recipiente No.2, para los recipientes No. 3 y 4 102 boquillas cada uno.
 - Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto Modelo 1/2"-HH-40 con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3 kg/cm².

5. Válvulas del sistema de aspersión.

Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua de cada recipiente de almacenamiento, se localiza al centro del lindero Noreste de la Planta, cercanas a la barda límite del predio. La operación de estas válvulas se realizará de manera manual local, y están identificadas mediante un rotulo, que indica a que recipiente alimenta.

6. Toma siamesa.

La toma siamesa para bomberos se localiza por el lindero Noreste de la Planta; 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 GPM.

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

Entrenamiento de personal. Se impartieron cursos de entrenamiento del personal, que abarcaron los siguientes temas:

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

RÓTULOS DE PREVENCIÓN Y PINTURA.

Pintura de los recipientes de almacenamiento. Los recipientes de almacenamiento se tendrán pintados de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también 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. El murete de concreto armado que constituye la zona de protección del área de tomas de recepción, muelle de llenado, maquinaria y tomas de suministro y carburación, 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.

Todas las tuberías están pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: color blanco las conductoras de gas-liquido, blanco con banda de color verde las que retornan gas-liquido a los recipientes de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los conductores eléctricos, tojas las que conducen agua del sistema contra incendio y azul de aire comprimido.

III.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.

Como se ha mencionado anteriormente la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El Gas L.P. solo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a auto-tanques y recipientes transportables para el suministro a los usuarios.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la Planta. Dichas medidas tienen como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

Control de la contaminación por descarga de aguas residuales. Las aguas residuales que se generan durante la etapa de operación y mantenimiento, son conducidas y descargadas directamente a la fosa séptica, ya que son aguas únicamente de origen doméstico.

Mejora del control de emisiones. Durante la operación normal de la Planta de Distribución de Gas L.P., no hay fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo pequeñas liberaciones de Gas L.P., al desconectar las mangueras del área del muelle de llenado, recepción y suministro, estas emisiones furtivas son mínimas, ya que se cuenta con sistemas de seguridad (válvulas de corte) 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 constituye un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

El encargado de la Planta debe establecer un programa general de mantenimiento preventivo de las instalaciones, en donde se establecerán las fechas para revisión y mantenimiento de los equipos de trasiego y del resto de las áreas de la Planta. En caso de que estos presenten fallas o su etapa útil caducara se deberán sustituir.

GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

El Programa para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo tiene como objetivo fijar la política y dar cumplimiento a los instrumentos normativos que regulan el manejo y gestión integral de los residuos, para propiciar el desarrollo sustentable mediante la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de subproductos de residuos y aprovechamiento de energía en los rellenos sanitarios.

El volumen de los residuos va en aumento por diversos factores como son el incremento poblacional, crecimiento económico, una cultura inadecuada de consumismo de la población, migración a zonas urbanas, patrones de producción y consumo insostenibles y sobre todo la falta de cultura ecológica ambientalmente adecuada.

No se cuenta con registro exactos de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos que se generan en la Planta, ya que no se lleva un control estricto, ni la separación de éstos. Sin embargo se realiza el cálculo aproximado de los residuos producidos por persona, esto con base en los datos obtenidos en el **Programa Estatal Para la Prevención y Gestión**

Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo (PEPGIREQR, 2009) y los datos de la **Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente** (SEDUMA), donde se reporta que la generación por día y año de los habitantes del Estado de Quintana Roo y sus municipios para el municipio de Solidaridad es de 0.89 kg por habitante al día.

Por las modificaciones de la zona de almacenamiento se considera que se generarán Residuos Peligrosos (RP) tales como residuos de pintura, debido a los detalles finales del área, así también se considera la generación de Residuos de Manejo Especial (RME) tales como escombros, varillas y sacos de cemento, su disposición final estará a cargo de la empresa contratista de la construcción de las bases de sustentación y terminación del piso en el área.

Asimismo, hay que añadir que se realizó el cálculo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y aguas residuales del personal de tiempo completo en la Planta, sin embargo, haciendo hincapié que no todos hacen uso de las instalaciones se contabilizó un total de 18 personas para la operación y 6 trabajadores para realizar las modificaciones al área de almacenamiento.

En la siguiente (Tabla III.1.2.1.) se presentan los cálculos respectivos.

Tabla III.1.2.1. Estimación de residuos generados por el proyecto en sus diferentes etapas.

Modificaciones al área de almacenamiento referentes al aumento de capacidad			
No. de empleados	Residuos	Fuente	Cantidad
6	RSU	Envolturas de alimentos, papel higiénico, restos de comida, envases plásticos, cartón.	138.84 kg mensuales
	Aguas residuales	Uso del sanitario de las instalaciones (descarga del inodoro)	312 L mensuales
---	RME	Escombros, varilla, alambre, sacos de cemento vacíos	No especificado
	RP	Restos de pintura en los acabados de los recipientes de almacenamiento y tuberías.	No especificado
Operación y mantenimiento de las instalaciones			
No. de empleados	Residuos	Fuente	Cantidad
18	RSU	Envolturas de alimentos, papel higiénico, restos de comida, envases plásticos, cartón	416.52 kg mensuales
	Aguas residuales	Uso de las instalaciones, limpieza oficinas y sanitarios, descarga del inodoro, regaderas, área de lavado de vehículos, limpieza general	936 L mensuales
---	RME	Neumáticos, cilindros portátiles.	No especificado
	RP	Filtros automotrices contaminados, aceite lubricante gastado, natas de pinturas válvulas, filtros, producto de las reparaciones menores a los vehículos.	No especificado
	Emisiones a la atmósfera	La empresa no cuenta con emisiones a la atmósfera de forma continua y conducida, sin embargo, se ha identificado la posible liberación de Gas L.P. al desconectar las mangueras del área de recepción y en andén de llenado.	No especificado

INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

Actualmente en las instalaciones de la Planta se cuenta con la siguiente infraestructura:

- Para el acopio de los Residuos Sólidos Urbanos.

Se cuenta con un área específica para los residuos, así como también en varios puntos de la instalación se cuentan con recipientes metálicos de 200 litros aproximadamente en donde se disponen los residuos generados. Estos recipientes no cuentan con tapa, ni rotulo, por lo que se sugiere que los residuos sólidos sean separados en orgánicos e inorgánicos y que se realice una señalización de los recipientes y se les coloque de tapa.

- Residuos de Manejo Especial.
 - *Modificación de la zona de almacenamiento por aumento de capacidad:*

Se designará un área por el lindero Noreste para el acopio de los materiales generados durante la obra, una vez concluida esta, el contratista se encargará de la disposición final de los residuos generados.

- *Por la operación y mantenimiento del proyecto.*

Para los residuos que se generan durante esta etapa del proyecto se cuenta con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos generados, se cuenta con almacén de llantas, refacciones y taller de mantenimiento de recipientes transportables. Los residuos son almacenados temporalmente hasta ser entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

Los recipientes transportables que presentan desperfectos se entregan a una empresa privada para su destrucción, no obstante, cabe añadir que el promovente no cuenta con evidencia técnica de la entrega de los materiales.

- Residuos Peligrosos.
 - *Modificación de la zona de almacenamiento por aumento de capacidad:*

Los residuos generados en esta etapa serán, principalmente, residuos de pintura como botes vacíos, brochas usadas, natas y costras, y estarán a cargo de la empresa responsable de los acabados finales de esta área.

- *Operación y mantenimiento del proyecto*

Las instalaciones son relativamente nuevas llevan operando cerca de 2 años, los residuos que se generan de este tipo son acopiados temporalmente en el área de residuos, perfectamente etiquetados hasta la entrega a la empresa contratada y autorizada por la autoridad correspondiente.

- Aguas residuales.

Para la descarga de las aguas residuales, las instalaciones cuentan con una fosa séptica con pozo de absorción, donde se almacenan temporalmente las aguas y desechos sólidos, hasta el desazolve por parte de una empresa privada cada seis meses.

- Emisiones a la atmósfera (EA).

La operación de la Planta genera algunas emisiones de Gas L.P., que se libera durante la conexión y desconexión de mangueras del área de trasiego, no obstante, estas emisiones son liberadas directamente a la atmosfera y, dado que existe suficiente ventilación en la Planta, la dispersión del Gas L.P., es inmediata y no representa una fuente de contaminación mayor.

En la siguiente (Figura III.1.2.1.) se presenta el diagrama de las áreas donde se generan y donde se prevé la generación de residuos.

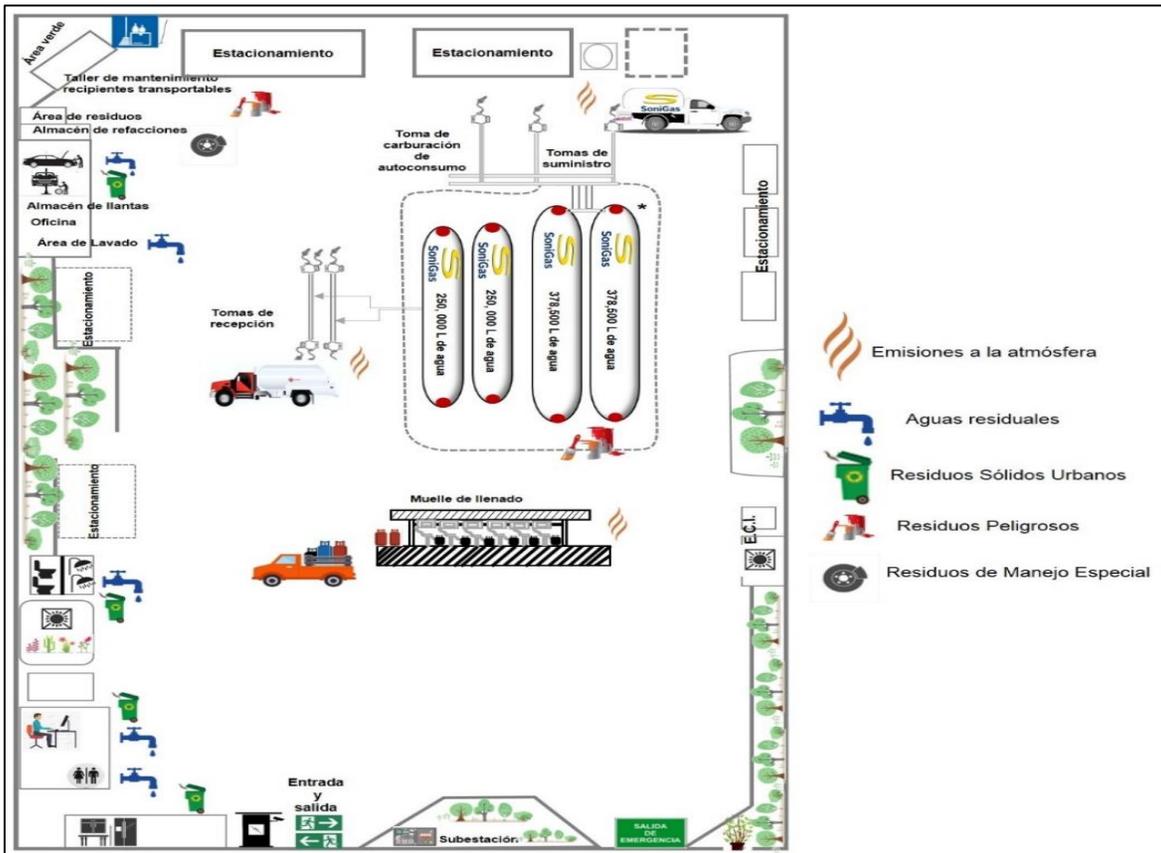


Figura III.1.2.1. Residuos generados en las instalaciones de la Planta Playa del Carmen.

- Reducción del riesgo de vertidos accidentales.

La materia prima para la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., es precisamente el gas licuado de petróleo, únicamente se utilizan pinturas y solventes para el taller de recipientes transportables, los cuales se mantienen almacenados en recipientes para evitar que se infiltren en el subsuelo.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión **BLEVE** de alguno de los tanques de almacenamiento, la cual generaría daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientadas a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

1. Limitación de presiones excesivas.
2. Limitación de temperaturas excesivas.
3. 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 retrasan 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.

Los dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta cuentan con dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min, cada una, estas válvulas cuentan con puntos e ruptura.

Y los dos tanques de almacenamiento de 378,500 litros (proyectados) a instalarse en la Planta contarán con tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una, estas válvulas contarán con puntos de ruptura.

- b. Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor magnético de nivel, válvulas de máximo llenado, válvulas de exceso de flujo, etc.)**

Por su parte, los semirremolques que ingresan a la Planta cuentan con los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor indicador de nivel magnético para gas líquido.
- ☞ Un termómetro con un intervalo de temperatura de -50 a 50°C.
- ☞ Un manómetro de 0 a 29 kg/cm².
- ☞ Dos salidas para gas líquido con válvulas de ángulo y exceso de flujo con adaptadores ACME.
- ☞ Una entrada para líquido con válvula de ángulo y no retroceso.
- ☞ Dos válvulas de seguridad con tapa protectora contra lluvia.
- ☞ Una salida para retorno de vapores con válvulas de ángulo y exceso de flujo.
- ☞ Cuatro válvulas de máximo llenado.

Los dos recipientes de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta contienen los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- ☞ Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- ☞ Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- ☞ 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 tanque.
- ☞ Cuatro válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, 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 actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- ☞ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- ☞ Dos mecanismos múltiples bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min. cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

Los dos recipientes de almacenamiento de 378,500 litros (proyectados) a instalarse en la Planta tendrán instalados los siguientes accesorios:

- ☞ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro de carátula.
- ☞ Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (1/2") de diámetro.
- ☞ Un manómetro Marca Rochester con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- ☞ 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.
- ☞ Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Reo modelo A3213A300 de 76 mm de diámetro (3"), con capacidad de 1,136 LPM con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Tres válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 946 LPM (250 GPM), con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ☞ Seis válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 2,512 m³/hr (88,700 fy3/hr) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- ☞ Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292B de 51 mm de diámetro (2"), con capacidad de 378 LPM (100 GPM), con válvula de globo y tapón macho.
- ☞ Tres mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm de diámetro (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm de diámetro (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una, estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

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:

Sistema de aspersion. Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará todo el depósito, pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Los dos tanques instalados en la Planta de 250 m³ y los dos proyectados a instarse de 378.5 m³ cuentan y contarán respectivamente con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas para los dos recipientes de 250 m³ y para los dos recipientes de 378.5 m³ 102 boquillas cada uno.

Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto Modelo 1/2"-HH-40 con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3 kg/cm².

3. PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Los dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros instalados en la Planta están diseñados bajo las más estrictas Normas de seguridad, siguiendo los criterios y especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas que aplicaron durante su fabricación.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre la superficie de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una baja brusca de presión que, junto con condiciones térmicas adversas, podría originar la BELVE. En este sentido es importante señalar que los recipientes cilíndrico horizontal están situados de tal forma que su eje longitudinal no apunta a otros depósitos o zonas con riesgo de incidencia.

Cabe mencionar que los tanques que almacenan GLP, requieren tener un control periódico de espesores y del grado de corrosión tanto interior como exterior, en donde las medidas de control deben extremarse en las soldaduras debido a la posible existencia de defectos y de ser así estos los puntos más vulnerables.

Por lo que de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** o la que la sustituya deberá obtenerse para los cuatro recipientes, cumplidos los diez años desde su fabricación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con dicha Norma, de tal forma que se asegure de que estos son aptos para seguir operando.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

Para la realización del “proyecto” la empresa deberá apegarse a los siguientes puntos de 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**:

- Conforme al numeral **4.2.2.2.1**, se establece que, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, los recipientes 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.

Adicionalmente a lo descrito en el párrafo anterior, y sin perjuicio de que los recipientes de almacenamiento cuenten con certificado de fabricación o placa de identificación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, debe obtenerse para cada recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1** Previo a su puesta en operación de los recipientes de almacenamiento, deben revisarse por inspección visual, si los recipientes de almacenamiento presentan 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 GLP, 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 específico, 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.

El proyecto de modificaciones técnicas cuenta con los siguientes vistos buenos:

- Conforme al numeral **6.2.6** de la **NOM-001-SESH-2014** se cuenta con el **Dictamen Técnico No. 009/PLA.001/EDO.Q.R./2019** de los proyectos de modificación técnica (civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendio y seguridad) de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P., Ing. Luis Miguel Bucio Angeles con fecha del 11 de octubre de 2019.
- Conforme al numeral **4.2.3.1** de la **NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas**, se cuenta con el **Dictamen No. UVSEIE 297-A-040-19** de la revisión del proyecto eléctrico de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, emitido por la Unidad de Verificación Ing. Jesús Ramos de la Rosa con No. de registro UVSEIE 297-A con fecha del 07 de octubre de 2019.



SONIGAS, S.A. DE C.V.

Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

**AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL CARMEN.**

CAPÍTULO IV

RESUMEN

*Consultores Asociados en Seguridad Industrial y
Protección Ambiental*



IV. RESUMEN.

IV.1. SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El **Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)** es de naturaleza preventiva, su alcance radica en la delimitación de las zonas de seguridad alrededor de la Planta, resultado de un análisis de consecuencias de eventos o accidentes que involucran la fuga de sustancias tóxicas, incendios o explosiones. El estudio consiste en la identificación, análisis y evaluación de la ocurrencia de eventos inesperados asociados con factores externos, fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración lo cual conlleva a controlar y/o minimizar las consecuencias por medio de políticas, medidas y procedimientos de seguridad.

La actividad que se realiza en el interior de la Planta de Distribución de Gas L.P., es de tipo comercial, de manera que el “proyecto” que promueve la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es aumentar su capacidad de almacenamiento, en donde, se pretende instalar dos recipientes para el almacenamiento de Gas L.P. (GLP) de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno, los cuales formaran parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., misma que actualmente almacena GLP en dos recipientes de 250,000 litros al 100% agua cada uno. Por lo tanto, la suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg rebasando la cantidad de reporte establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas** la cual es de 50,000 kg para el GLP.

La empresa está comprometida a presentar el ERA, tal como se establece en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**, esto conforme a su **Capítulo V, Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas** y de conformidad con lo disponente en su **Artículo 147 y 147 BIS**; siendo entonces que se efectuó el Análisis de Riesgo Ambiental para la Planta de Distribución de Gas L.P.

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Quintana Roo, el Uso de Suelo donde se ubica la Planta de Distribución de Gas L.P., corresponde a *Equipamiento Regional (ER)*. Esto se refiere al aprovechamiento del territorio fuera de los centros de población para el establecimiento de obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público y de inversión.

Cabe mencionar que de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI 2017, Serie VI, la Planta de Distribución de Gas L.P., incide en un área de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, reiterando que la vegetación secundaria es el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente, hecho que ya fue asentado previamente en la Manifestación de Impacto Ambiental autorizada con antelación (Anexo 3). El proyecto original requirió de un **Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF)** que fue autorizado (Anexo 3) por una superficie de 15,000.00 m² utilizando solamente 12,600 m² para las edificaciones civiles, sin afectaciones mayores a la vegetación remanente y manteniendo la misma en la superficie restante del predio arrendado por la empresa.

Mencionar también que en ninguna de las colindancias se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta, debido a que no se encuentran establecimientos comerciales o centros de población.

Ciertamente el manejo de sustancias químicas peligrosas – aquellas sustancias que por las características y/o propiedades físicas y químicas, presentan un riesgo para la salud, de inflamabilidad, reactividad o peligros especiales, afectando la salud de las personas, el ambiente y pueden causar daños materiales a las instalaciones – conlleva un riesgo potencial de un accidente, ya sea por la liberación no controlada o por la presencia de un incendio o explosión derivado de la fuga o derrame de GLP (sustancia que es considerada como peligrosa, la cual es la única que se maneja en la Planta), que podría llegar a dañar a la población y al medio ambiente.

Resulta entonces indispensable para la operación de la Planta, llevar a cabo actividades de manera segura, responsable y consciente, así como tener en cuenta de las consecuencias que podrían alcanzarse en caso de presentarse una emergencia. Por ello es importante que sea de conocimiento de todos los colaboradores de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, las propiedades y características del GLP, con el fin de prevenir y minimizar el riesgo latente al respecto de dicha sustancia.

La historia hace evidente la necesidad de contar con la prevención como herramienta principal para evitar los accidentes mayores, que están relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, como lo es el GLP; asimismo la plena identificación de los peligros asociados al almacenamiento, trasiego y transporte de GLP es otra herramienta indiscutible con el fin de prevenir situaciones que resulten en graves accidentes con daños a la población, el ambiente y las instalaciones.

Sin duda alguna, existe la posibilidad de ocurrir una contingencia debido a las operaciones incorrectas, accidentes o fenómenos naturales; por ello y como se ha mencionado con anterioridad la prevención es la mejor herramienta ante cualquier situación que condicione la integridad de las personas, el ambiente y las instalaciones, siendo necesario el presente ERA.

A través de este estudio, se han determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitarse en la Planta de Distribución de Gas L.P., los cuales son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de GLP, ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del GLP.
- Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire – GLP que se propaga a gran velocidad.

Lo anterior se confirma con base en las propiedades físicas y químicas del GLP, puesto que para el mismo su estado bajo presión y temperatura ambiente es líquido, sin embargo al ocurrir una fuga y debido a la pérdida de presión, éste se vaporiza rápidamente, siendo entonces que se forma una nube de vapor, la cual en condiciones ideales de homogeneidad, con aire a un porcentaje menor a 1.8 y con más de 9.3 no explotarían, incluso en presencia de una fuente de ignición, sin embargo podría suceder que se acerquen a la zona explosiva donde se desencadenaría la explosión.

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

manejo de la misma; aunque no son los únicos factores, son determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales está sometida la Planta.

Asimismo, la *BLEVE* de un tanque de almacenamiento de la **Planta de Distribución de GLP** se determinó como el evento de mayor dimensionamiento (evento mayor catastrófico) pero prácticamente improbable o de probabilidad de ocurrencia mínima. Además de considerar el efecto dominó con el segundo, tercer y/o cuarto recipiente. Situación que es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE, no obstante, esta situación se consideró para poder predecir un daño total representativo en cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques.

Es evidente que el radio de afectación derivado de la BLEVE de un tanque de 378,500 litros es mayor que el de un tanque de 250,000 litros, sin embargo, aun cuando se consideró, la interacción de riesgo con el segundo, tercer y/o cuarto tanque de almacenamiento, no se prevé la posibilidad de un efecto dominó con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones ajenas a la Planta, una vez que dentro de los radios potenciales de afectación por daño a equipos no se ubica ningún elemento susceptible a ser dañado por los efectos físicos de la BLEVE, evento de mayor dimensionamiento en la Planta.

Si bien, la empresa realiza actividades altamente riesgosas, por almacenar GLP, en una cantidad que rebasa la cantidad de reporte que se establece en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas; ésta no genera emisiones a la atmósfera, ni descargas residuales o productos de algún proceso operativo que acelere la modificación del medio ambiente. Asimismo, la empresa debe mantener programas de verificación y mantenimiento continuo a equipo operativo y accesorios, con la finalidad de respetar la integridad funcional del sistema.

Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del GLP 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 el adoptar medidas de seguridad que se enfoquen en prevenir o cuando menos reducir los riesgos a los que se encuentran expuestos tanto sus colaboradores como el entorno de la Planta; por tal motivo dentro de las prioridades será precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas, tanto operativas como administrativas, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** o la que la sustituya y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.

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

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, se encuentra ubicada en Avenida X'Mana por Avenida Luis Donald Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

La Planta se encuentra en operación desde el 28 de mayo de 2018 conforme a lo señalado en el oficio **UGLP-260/45142/2018** emitido por la Unidad de Gas Licuado de Petróleo adscrita a la Comisión Reguladora de Energía (CRE), operando bajo el amparo del Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución **No. LP/19009/DIST/PLA/2016** otorgado por la CRE el 12 de mayo de 2016.

La Planta cuenta con Resolución Procedente en Materia de Impacto Ambiental mediante oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/3225/2017** de fecha 3 de marzo de 2017. Derivado del Término Tercero de dicha Resolución se solicitó la actualización del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) para instalaciones en operación y su Programa para la Prevención de Accidentes, los cuales se ingresaron de manera conjunta el 06 de noviembre de 2019 en el área de atención al regulado y fueron registrados con número de bitácora: **09/ARA0103/11/19** y **09/AZA0104/11/19**, respectivamente.

El "proyecto" que promueve la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, es el aumento de capacidad de la Planta de Distribución de Gas L.P., Playa del Carmen. En donde se pretenden instalar dos recipientes para almacenamiento de Gas L.P. (GLP) de 378,500 litros de capacidad al 100% agua cada uno, los cuales formaran parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., misma que actualmente almacena GLP en dos recipientes de 250,000 litros al 100% agua cada uno. Por lo tanto, la suma de la capacidad de los cuatro recipientes resulta en una capacidad total de almacenamiento de 1,257,000 litros, equivalentes a 743,917.74 kg rebasando la cantidad de reporte establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas** la cual es de 50,000 kg para el GLP.

En virtud de que se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de GLP el promovente cuenta con el **Dictamen No. 009/PLA.001/EDO.Q.R./2019**, en donde se menciona que Planos y Memorias Técnicas descriptivas de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de la empresa **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, con capacidad de almacenamiento total de 1,257,000 litros agua al 100% en cuatro recipientes, con las características de los datos del fabricante que se mencionas a continuación:

Recipiente No.	Capacidad (Lts.)	Marca	No. de serie	Año de fabricación
1	250,000	TATSA	TP-2224	2016
2	250,000	TATSA	TP-2235	2016
3	378,500	ARCOSA INDUSTRIES OF MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	TP-2352	2019
4	378,500	ARCOSA INDUSTRIES OF MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	TP-2339	2019

Emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles con Reg. Aut. UVSELP 036-C, en Celaya, Edo. De Guanajuato el 11 de octubre de 2019.

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., es relativamente simple, ya que en ella no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque si cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a recipientes transportables, pipas para el suministro a los usuarios y carburación de auto-abasto.

Para dicha actividad cuenta con las siguientes áreas donde se maneja dicho combustible:

1. Descarga de semirremolques.
2. Área de almacenamiento temporal.
3. Suministro de auto – tanques y carburación de auto-abasto.
4. Muelle de llenado de recipientes transportables.

Para la identificación de los riesgos inherentes a la operación de la Planta, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado.
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Memoria técnica descriptiva de la Planta de almacenamiento para Distribución de GLP y los planos de la ingeniería de detalle.
- ☞ Procedimientos de operación.

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:

- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanque, 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 técnica de identificación y jerarquización de peligros a través del Método semicuantitativo (Qué pasa sí...? Matricial) y la posterior estimación de la frecuencia de falla de los escenarios de riesgo identificados por medio del Método cuantitativo Análisis de árbol de fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de GLP los cuales son:

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

Derivado de los resultados de la metodología de identificación de peligros y jerarquización de riesgos, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones – se presentan en las zonas de trasiego de GLP (recepción, suministro y llenado de recipientes transportables), en donde se presentan escapes accidentales de determinada masa de GLP emitidas a la atmósfera (*emisión instantánea de corta duración*) y que conllevan a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Los radios de afectación resultantes de las ondas de sobrepresión causadas por la explosión de NVNC de los eventos, no rebasan los 364.09 metros, en donde se tienen terrenos propiedad de la empresa y terrenos sin actividades. A su vez los radios de afectación resultantes de la dispersión e incendio de la nube inflamable (flash fire) quedan confinados dentro de las instalaciones de la Planta.

En tanto que la *BLEVE* de uno de los tanques de almacenamiento se determinó como el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero mayor daño). Sin embargo, de acuerdo con el “**Árbol de fallas**” la probabilidad de ocurrencia es del 2.3×10^{-8} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo), es decir que, este evento es muy sobrestimado, ya que tiene una probabilidad muy baja, debido a los sistemas de seguridad que se tienen en la Planta y a las medidas preventivas que se toman para la operación de la misma. Por tanto, la BLEVE del tanque de almacenamiento se determinó como el evento catastrófico, pero prácticamente improbable.

Cabe destacar que, en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP es resultado de la interacción de la BLEVE de un semirremolque (evento 003) con dicho tanque. A su vez, siguiendo el mismo supuesto, el evento 005 desencadenaría la BLEVE del segundo, tercero y/o cuarto recipiente. Situación que es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE, no obstante, esta situación **se considera** para poder predecir un daño total representativo en cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques.

El **EFFECTO DOMINÓ** entre tanques de almacenamiento, considera los radios potenciales de afectación causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego y las afectaciones por las ondas de sobrepresión generadas de cada uno de los tanques, además del radio de cada recipiente y la distancia de separación que existe entre ellos, de esta manera los radios de afectación por radiación térmica y sobrepresión considerando el efecto domino entre tanques de almacenamiento queda definido como:

Daños por inflamabilidad:

Radio de la zona de alto riesgo (5.0 kW/m ²): 879.27 m	Radiación térmica producida por la bola de fuego
Radio de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m ²):1653.54 m	

Daños por sobrepresión provocadas por nubes explosivas:

Radio de la zona de alto riesgo (1.0 psi): 121.50 m	Explosión del tanque de almacenamiento por la expansión del vapor contenido en el recipiente.
Radio de la zona de amortiguamiento (0.5psi): 206.53 m	

Dentro de la zona de alto riesgo no se ubican áreas, equipos o instalaciones con las que pudiera presentarse una posible interacción de riesgo. No obstante, dentro de la zona de amortiguamiento definida por radiación térmica producida por la bola de fuego se encuentran ubicadas la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Saastun-Ja" y una pequeña fracción de la Colonia Villas del Sol, en dirección Suroeste de la Planta. Sin embargo, en un nivel de radiación de 1.4 kW/m² las personas pueden permanecer por tiempo indefinido sin presentar síntomas de menoscabo. Asimismo, dentro de los radios de afectación por quemaduras no existen asentamientos humanos que puedan verse afectados.

Es importante resaltar que la onda de sobrepresión y la radiación decae rápidamente con respecto a la distancia, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Por lo que es de vital importancia que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben ser sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior, también, las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una baja brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE. Por lo que los recipientes deben situarse de tal forma que su eje longitudinal no apunte, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.

Finalmente se hace evidente que aun cuando el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas se realiza acorde a la normatividad en la materia, los accidentes se han hecho presentes, cualquier empresa está sujeta a riesgos no controlados, lo que potencializa el peligro de su integridad o existencia.

Sin embargo, para el caso particular de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **SONIGAS, S.A. DE C.V.**, las estrategias de seguridad minimizan los riesgos, no los anulan porque siempre existe la posibilidad de que pueda ocurrir una contingencia. Lo relevante en este caso particular es la prevención para la seguridad, y no negar o eliminar toda posibilidad de riesgo, por el contrario, se tiene la actitud para responder con rapidez y en el momento que sea necesario, siempre conscientes de llevar a cabo las acciones adecuadas conforme la situación que pudiera llegar a suscitarse.

IV.3. INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

Se anexa a continuación.

Anexo 1 Apatado-4 se adjunta Informe Técnico.



SONIGAS, S.A. DE C.V.

Avenida X'Mana por Avenida Luis Donaldo Colosio, Parcela Ejidal con cédula catastral 801061003001002, Manzana 001, Lote 002 s/n, Localidad de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

**AUMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PLAYA DEL CARMEN.**

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN
SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

*Consultores Asociados en Seguridad Industrial y
Protección Ambiental*



V.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

V.1.1. PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

A continuación, se presentan los planos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en Su Operación; de acuerdo con el **Capítulo 4:** Especificaciones de Diseño, en su numeral **4.1** Requisitos de los planos y memorias técnico descriptivas de los proyectos: Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio.

Asimismo se presentan los planos donde se señalan las colindancias del proyecto y las zonas vulnerables o puntos de interés.



Figura V.1.1.1. Delimitación del área del proyecto.

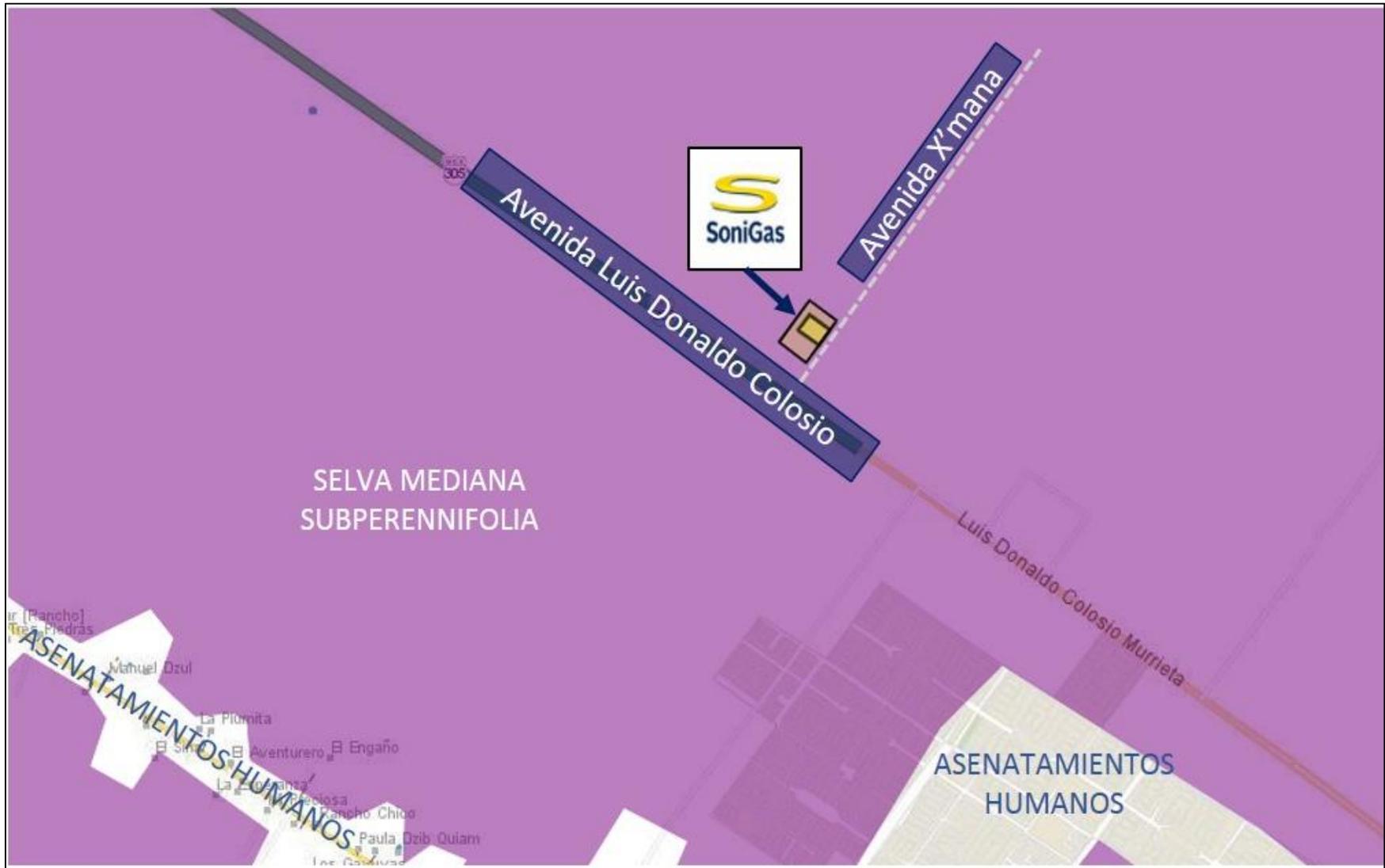


Figura V.1.1.2. Usos de suelo en el lugar del proyecto y en sus colindancias.

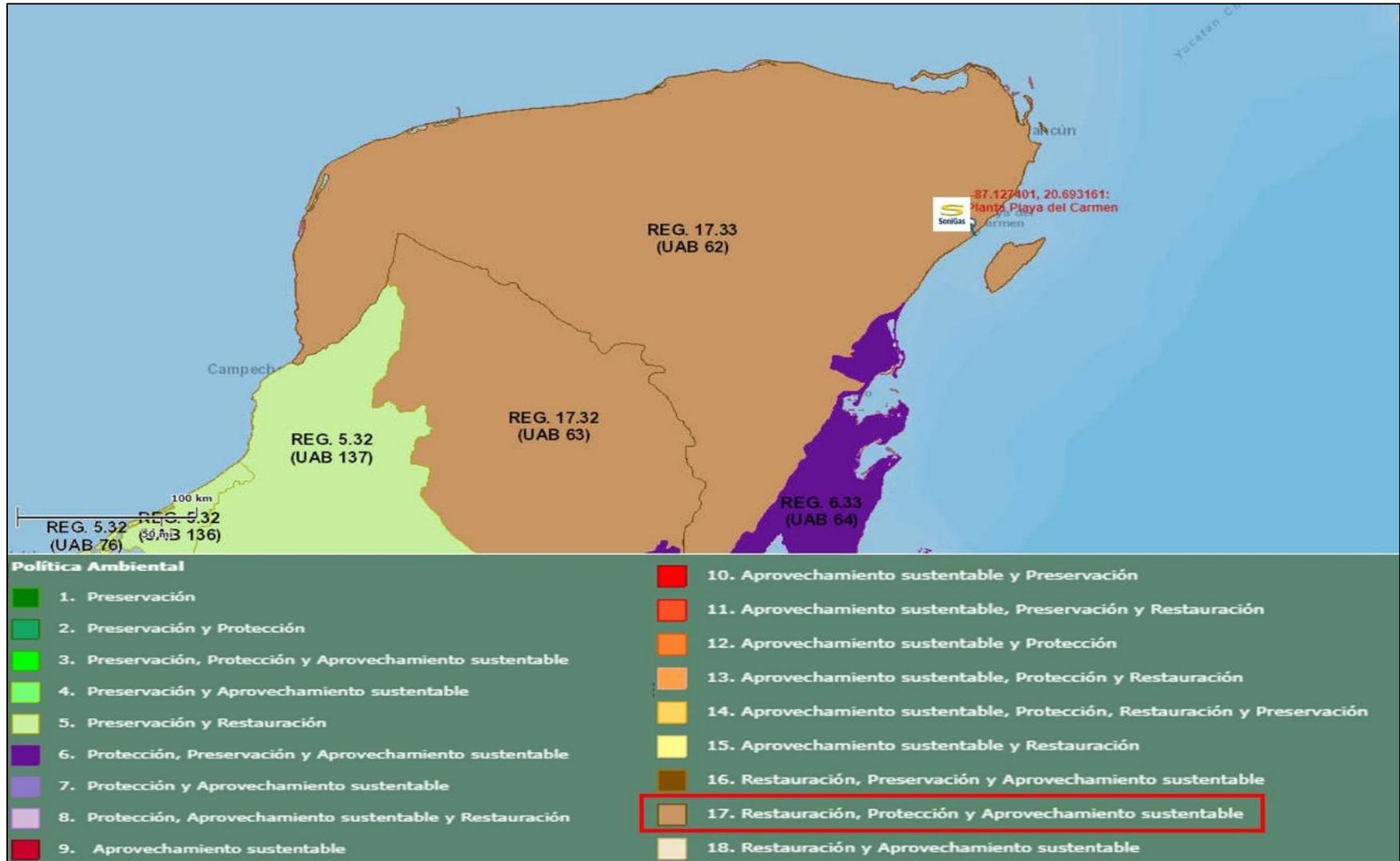


Figura V.1.1.3. Ubicación del proyecto en la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo.

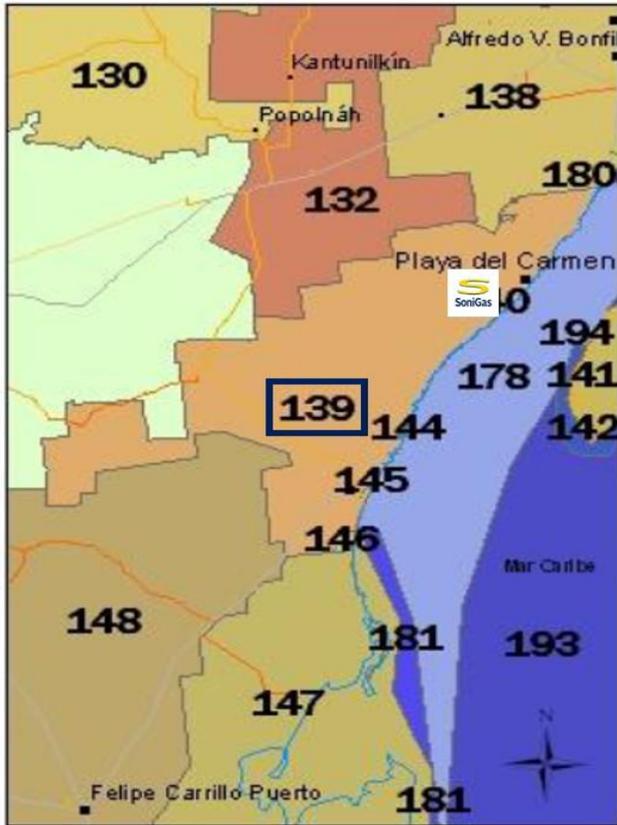


Figura V.1.1.4. Características de las UGA 139.

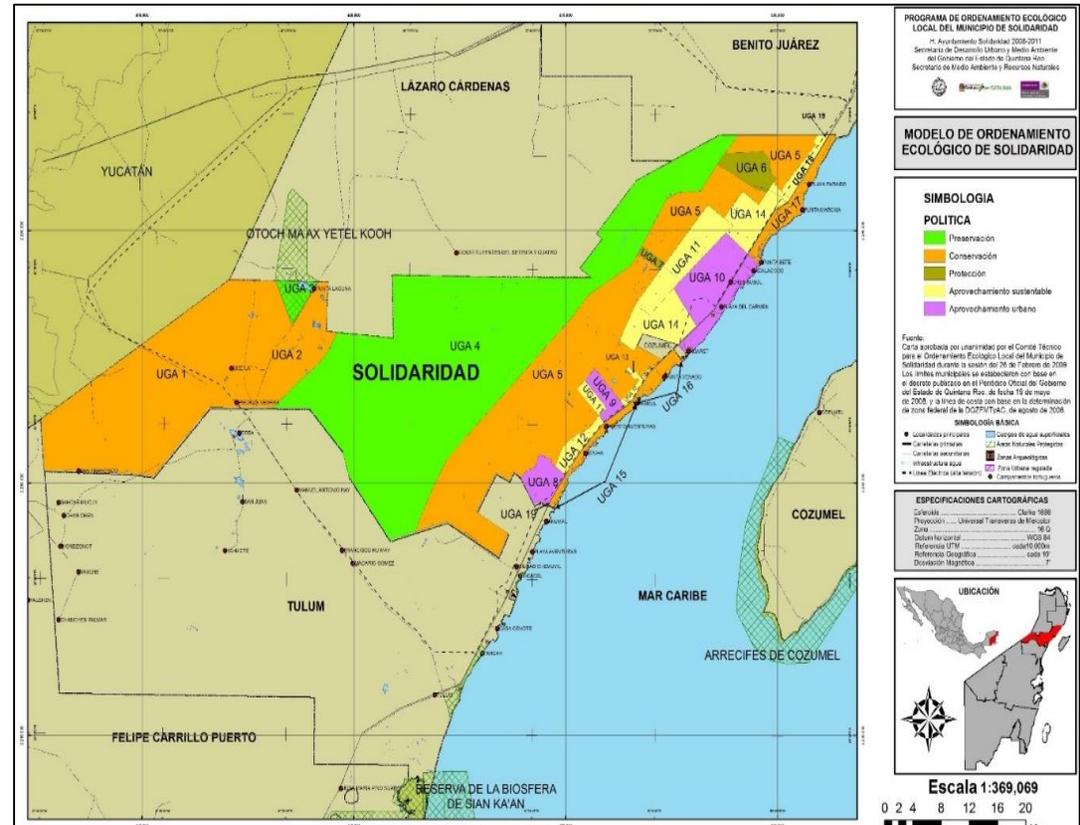


Figura V.1.1.5. Modelo de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad.

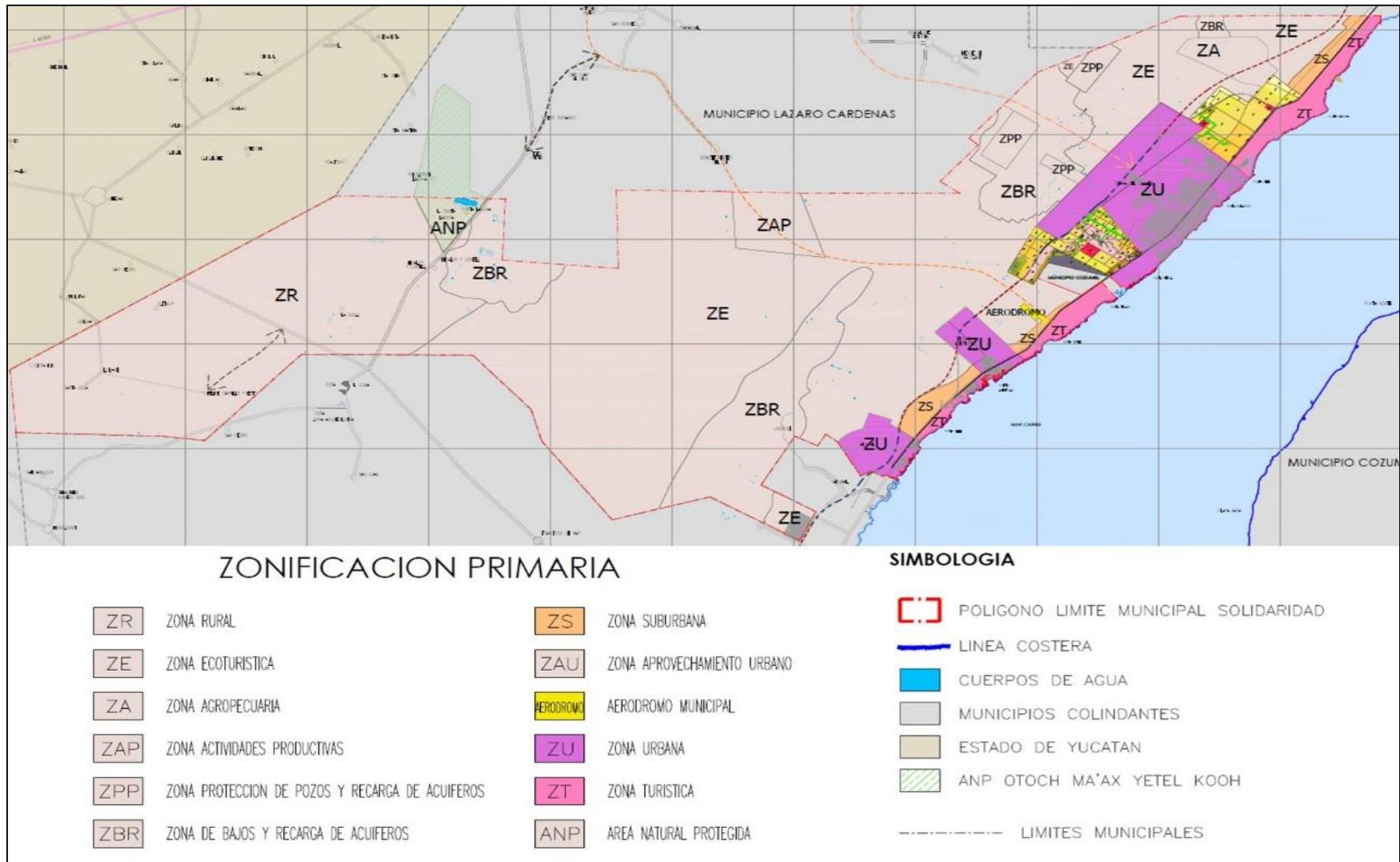


Figura V.1.1.6. Zonificación primaria del municipio de Solidaridad.

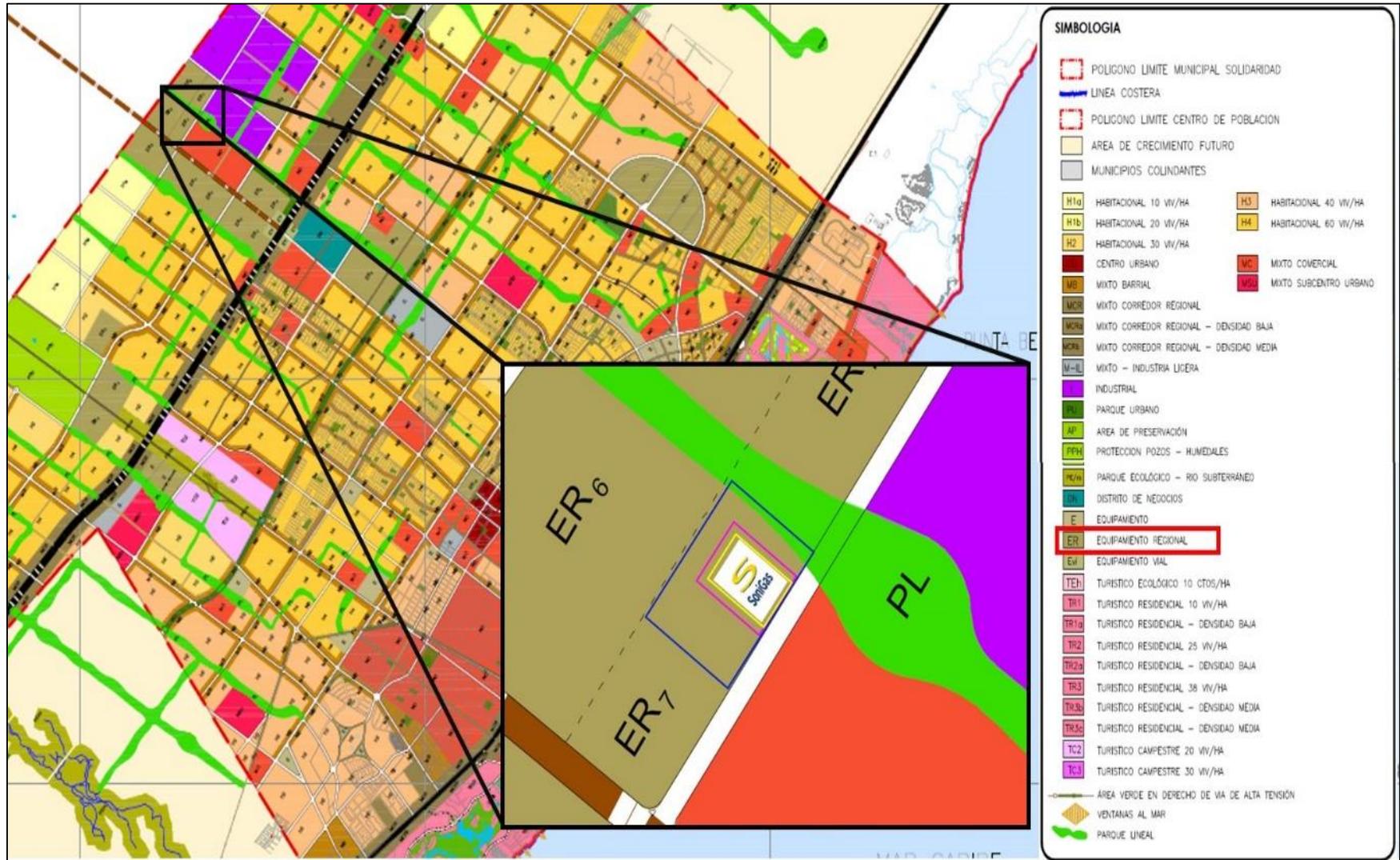


Figura V.1.1.7. Localización de la Planta dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen.

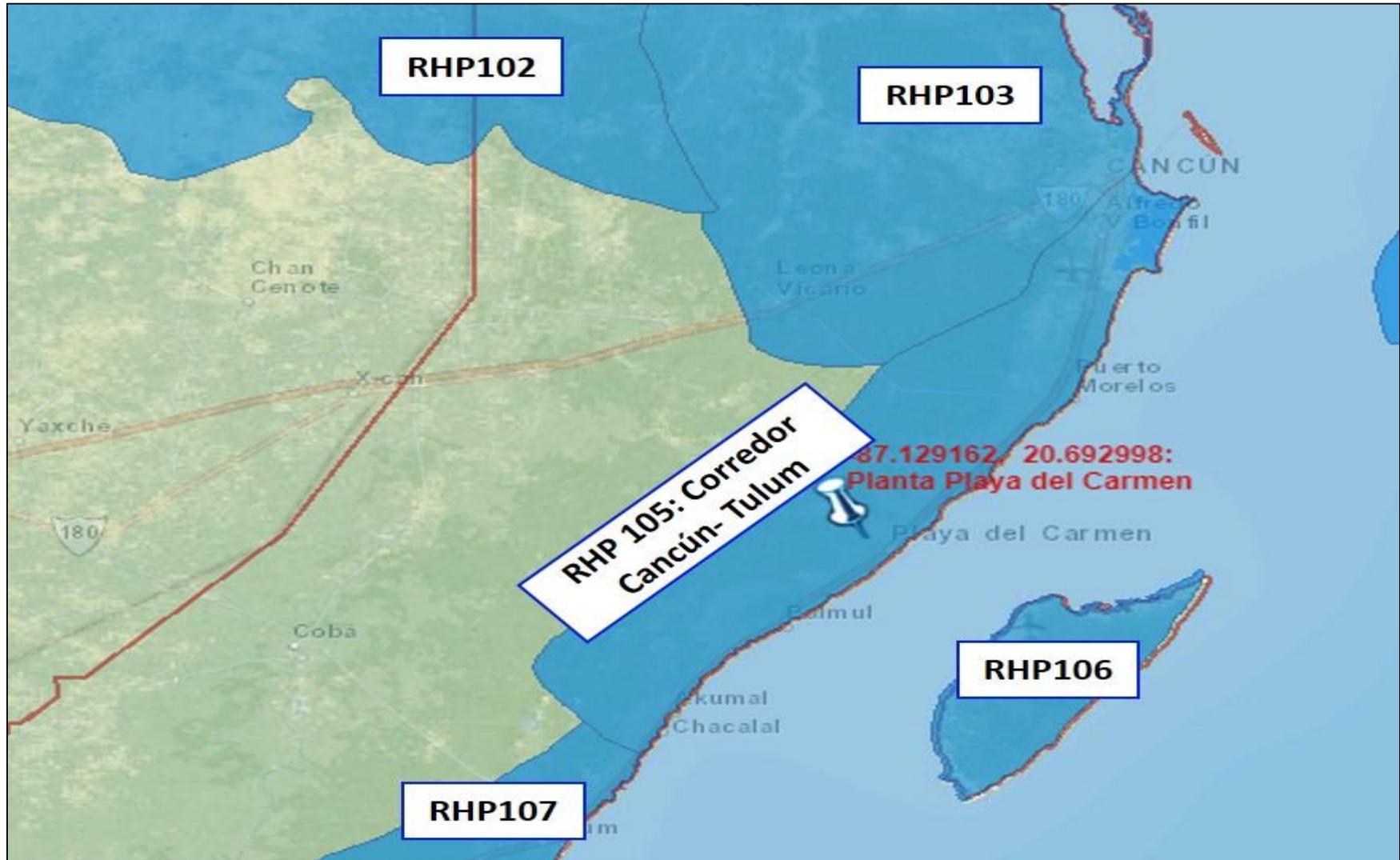


Figura V.1.1.8. Ubicación del proyecto dentro de la RHP 105 Cancún-Tulum.

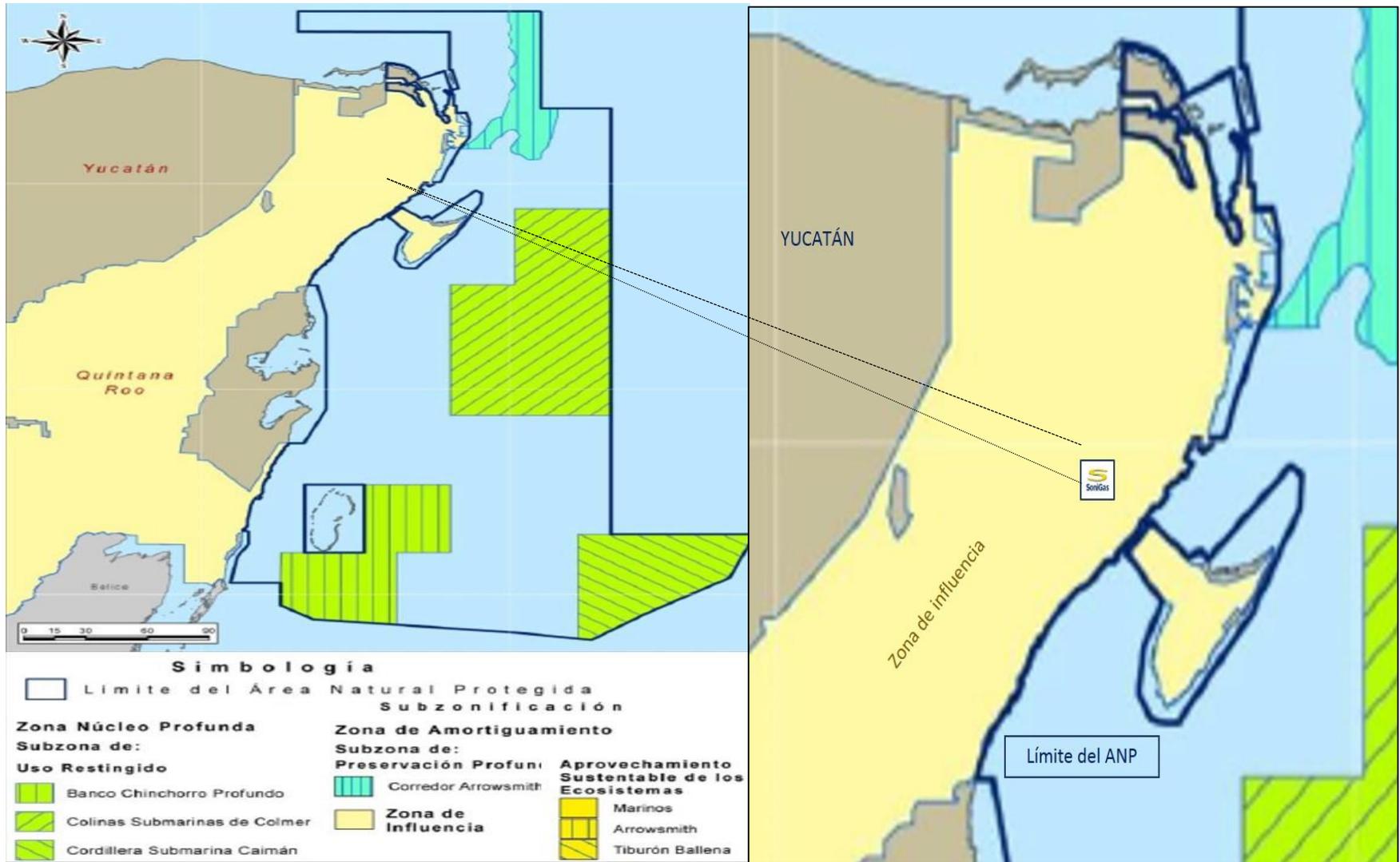


Figura V.1.1.9. Ubicación del proyecto dentro de la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera.



Figura V.1.1.10. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto

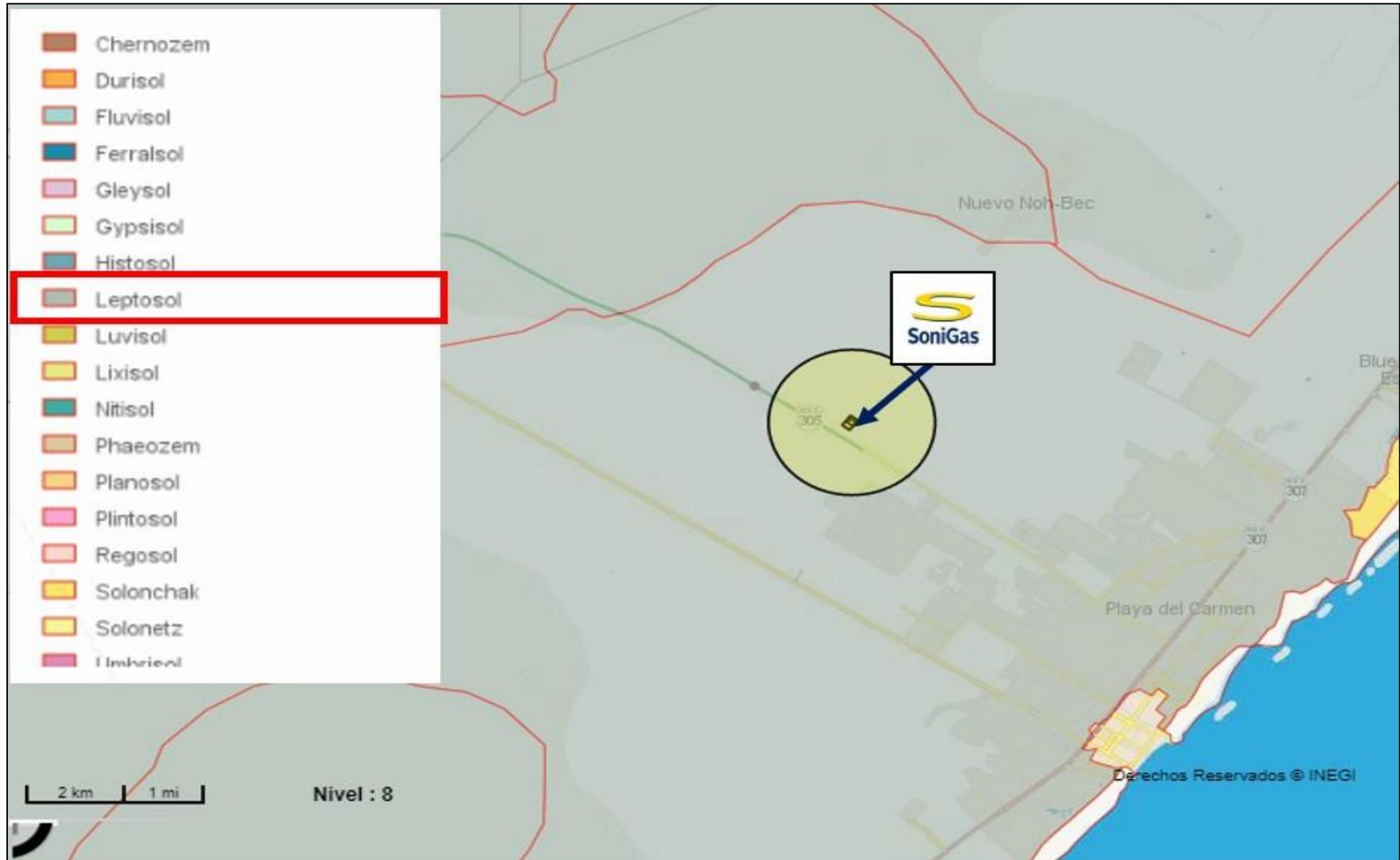


Figura V.1.1.11. Tipo de suelo presente en el Sistema Ambiental.

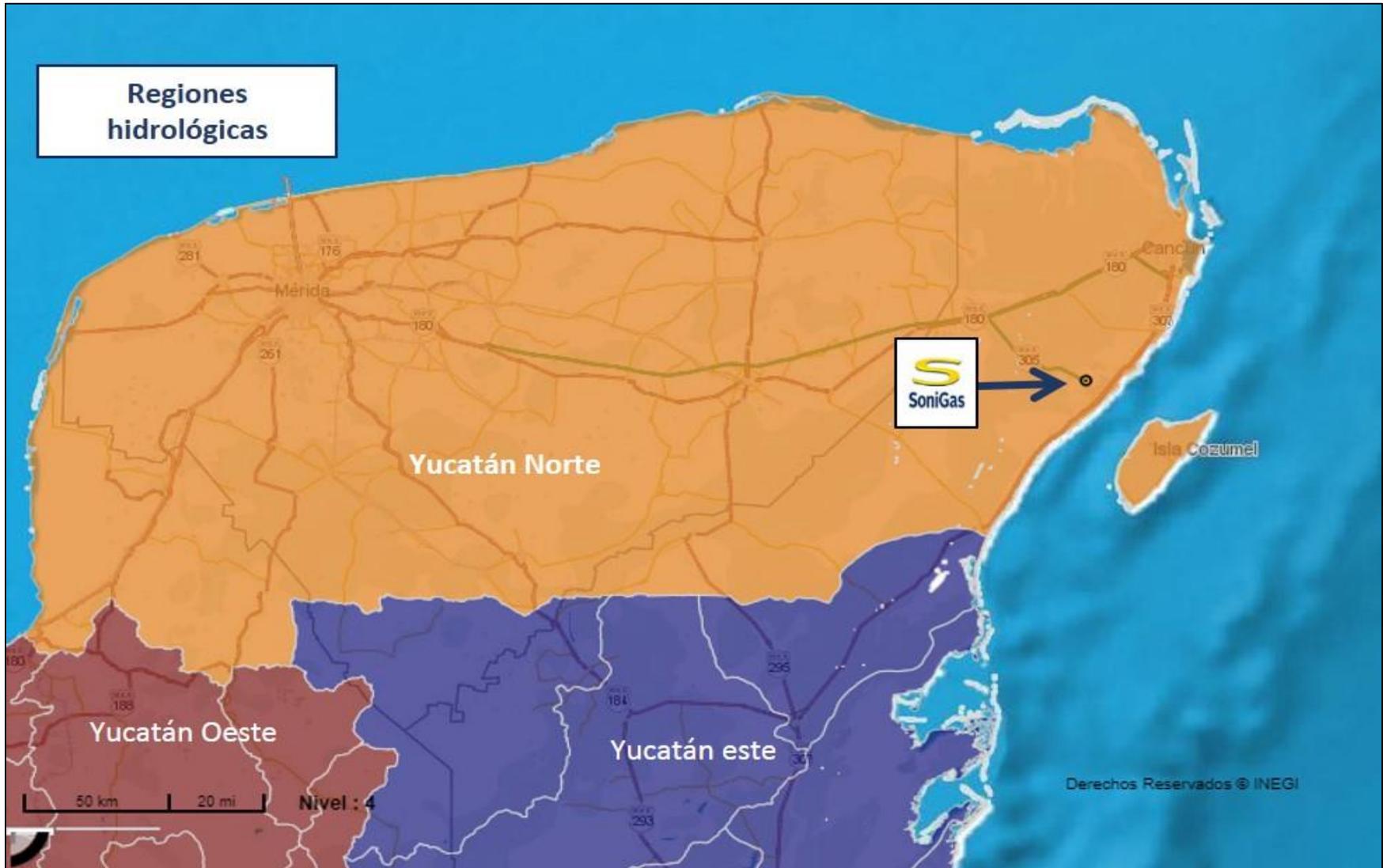


Figura V.1.1.12. Ubicación de la Planta en la Región hidrológica Yucatán Norte.



Figura V.1.1.13. Clima presente en el Sistema Ambiental.



Figura V.1.1.14. Grado de peligrosidad por sequía en el Sistema Ambiental.

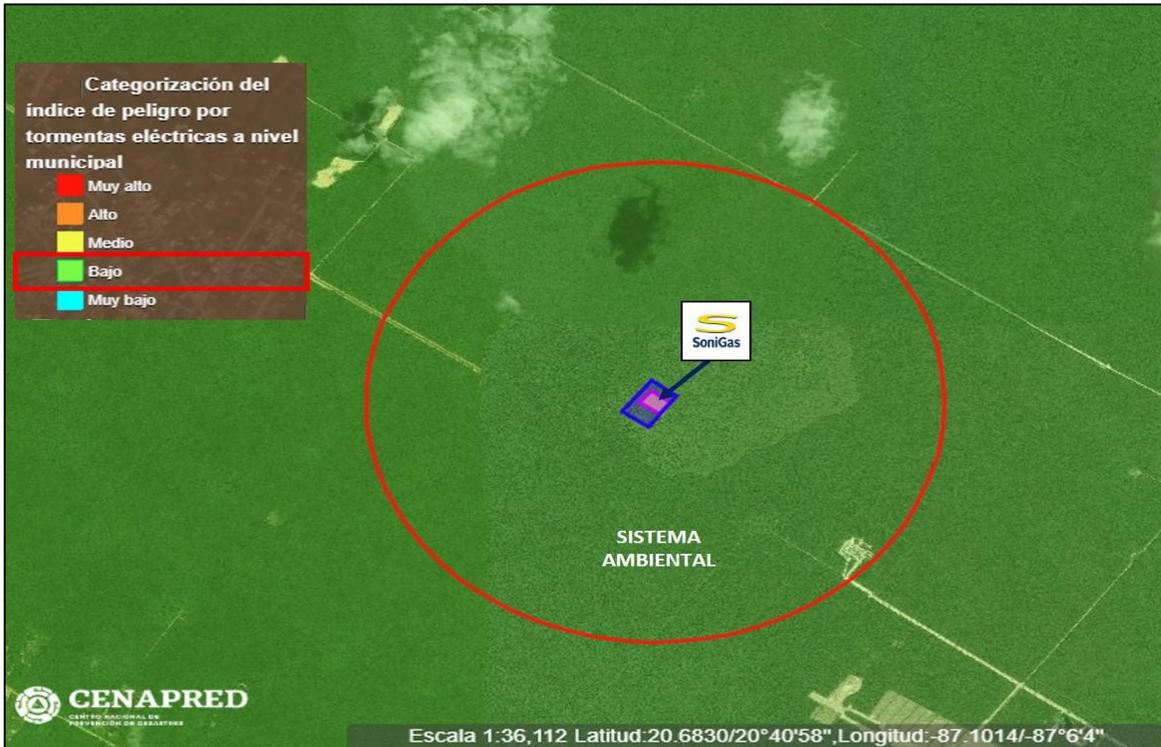


Figura V.1.1.15. Peligro por tormentas eléctricas en el Sistema Ambiental.

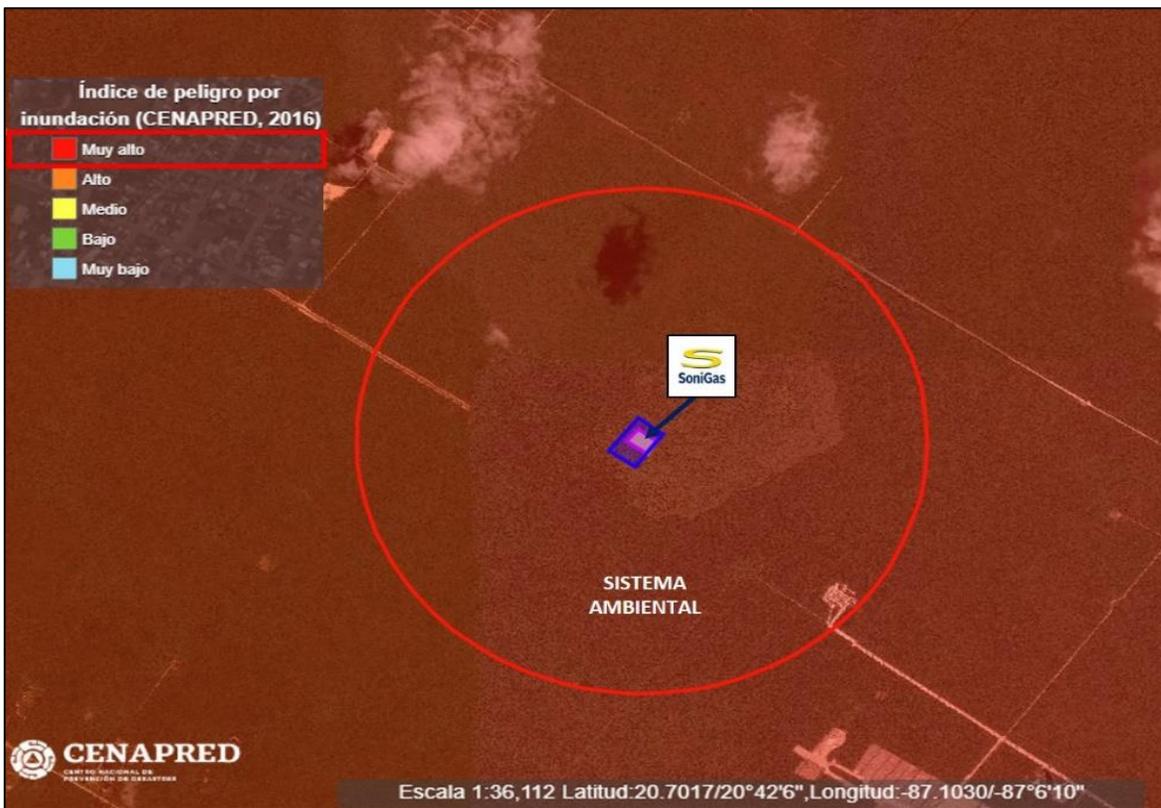


Figura V.1.1.16. Grado de peligrosidad por inundaciones en el Sistema Ambiental.

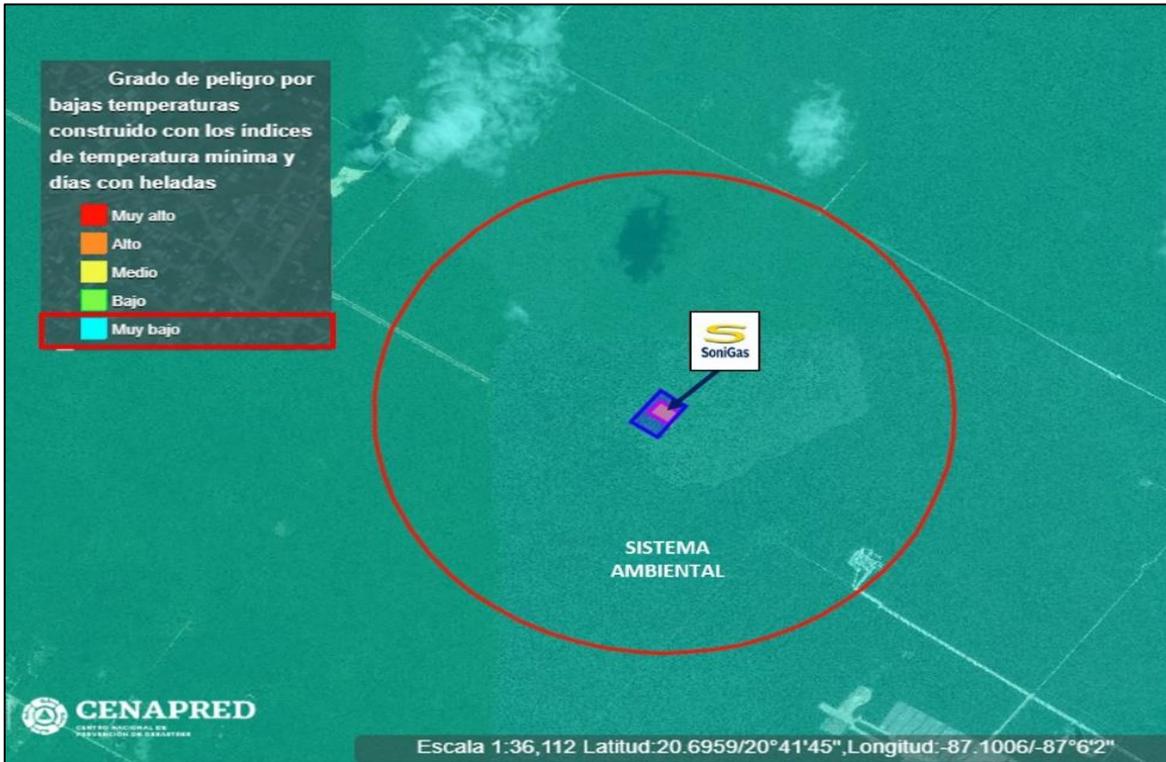


Figura V.1.1.17. Peligro por bajas temperaturas en el Sistema Ambiental.



Figura V.1.1.18. Peligro por ondas cálidas en el Sistema Ambiental.

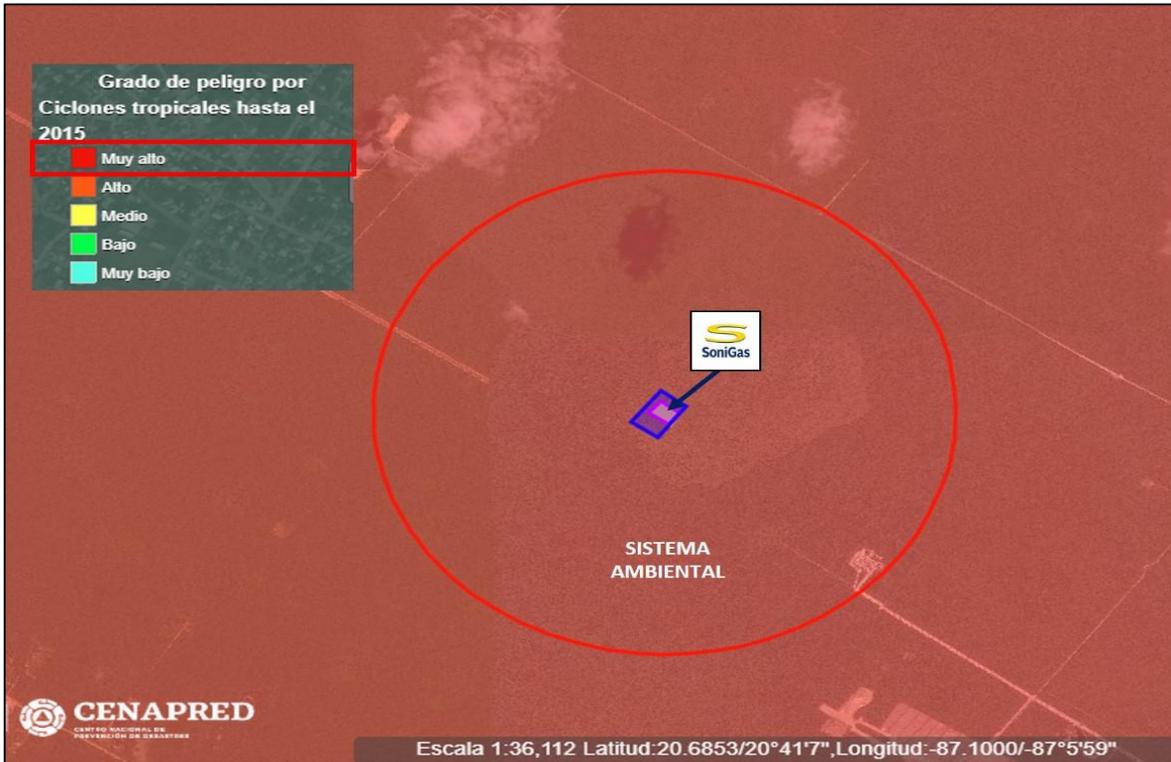


Figura V.1.1.19. Peligro por ciclones tropicales en el Sistema Ambiental.



Figura V.1.1.20. Susceptibilidad de laderas en el Sistema Ambiental.

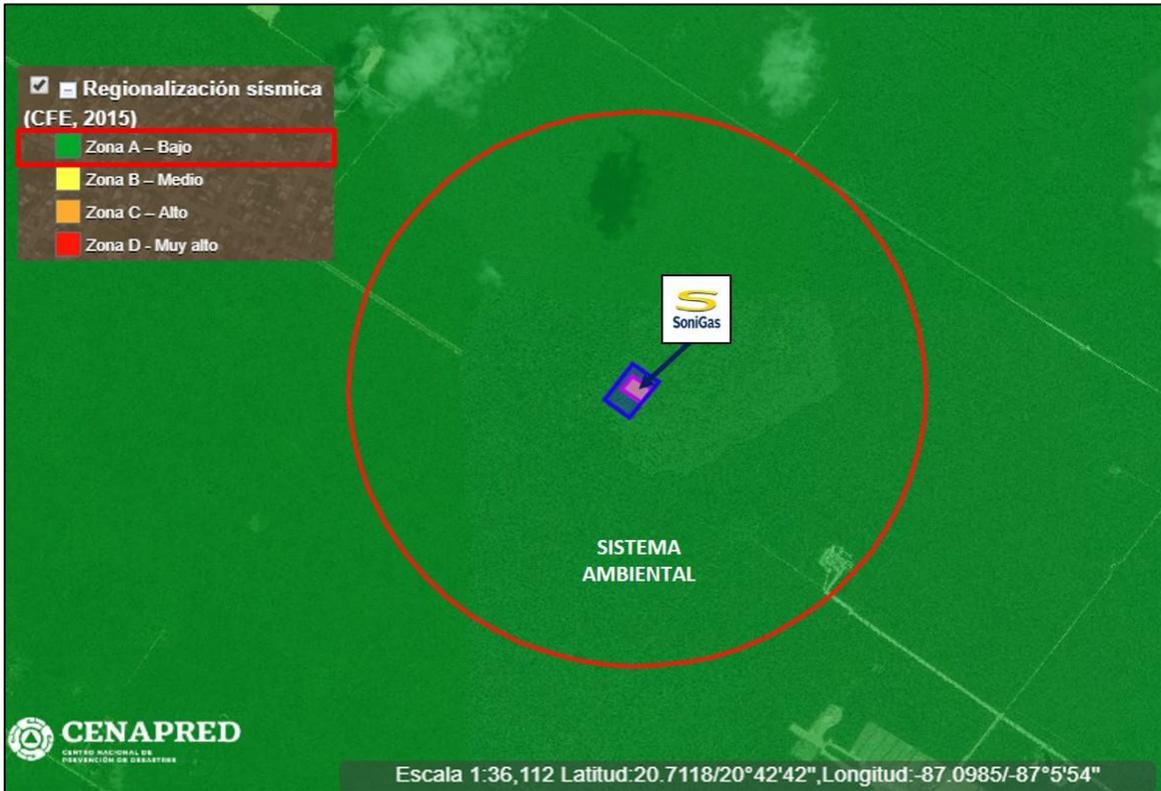


Figura V.1.1.21. Peligro por sismicidad en el Sistema Ambiental.

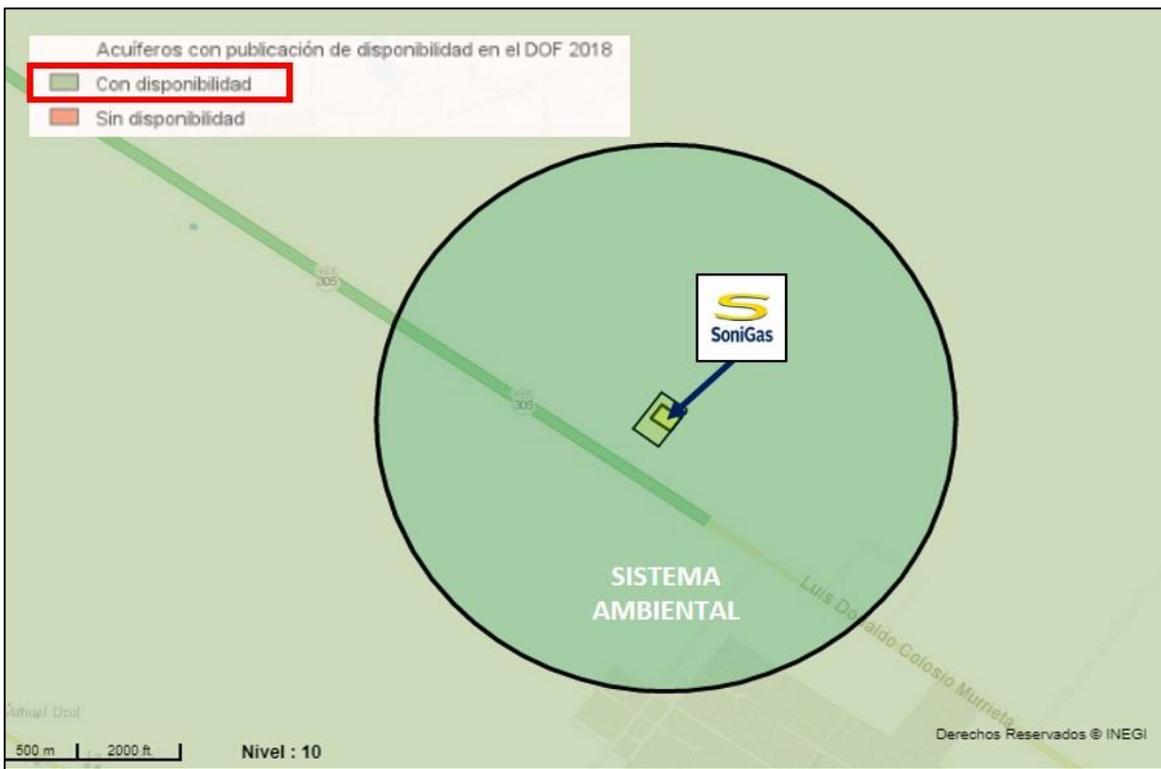
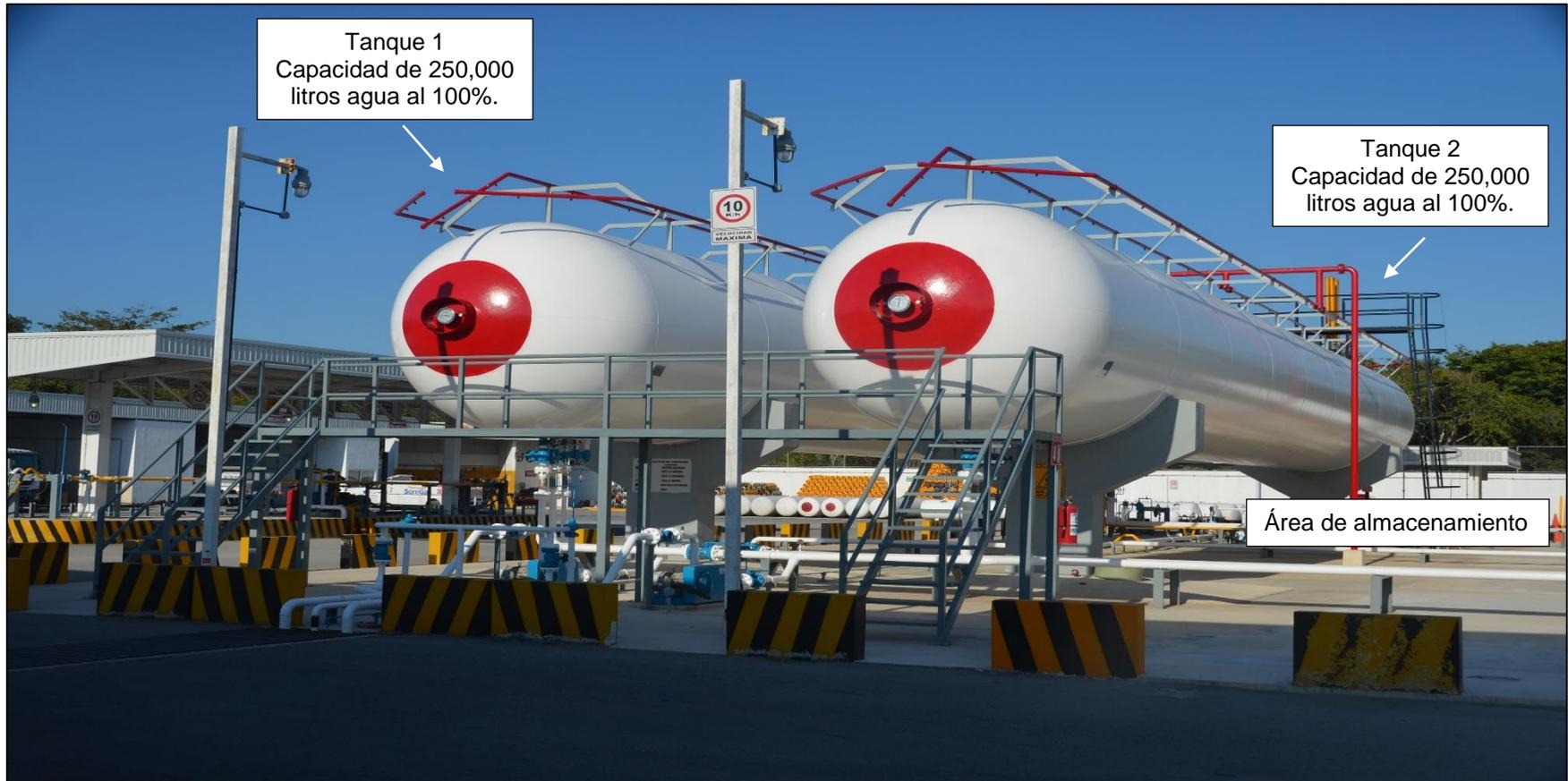


Figura V.1.1.22. Condición del acuífero Península de Yucatán (3105).



RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP

La Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con dos recipientes para el almacenamiento temporal de GLP con una capacidad de 250,000 litros cada uno al 100 % agua.

Los recipientes cuentan con diferentes dispositivos de seguridad como son: válvulas de exceso de flujo con actuadores neumáticos (líquido y vapor), válvulas de sobrellenado, válvulas de seguridad (relevo de presión), medidor magnético, termómetro y manómetro.



TOMAS DE RECEPCIÓN

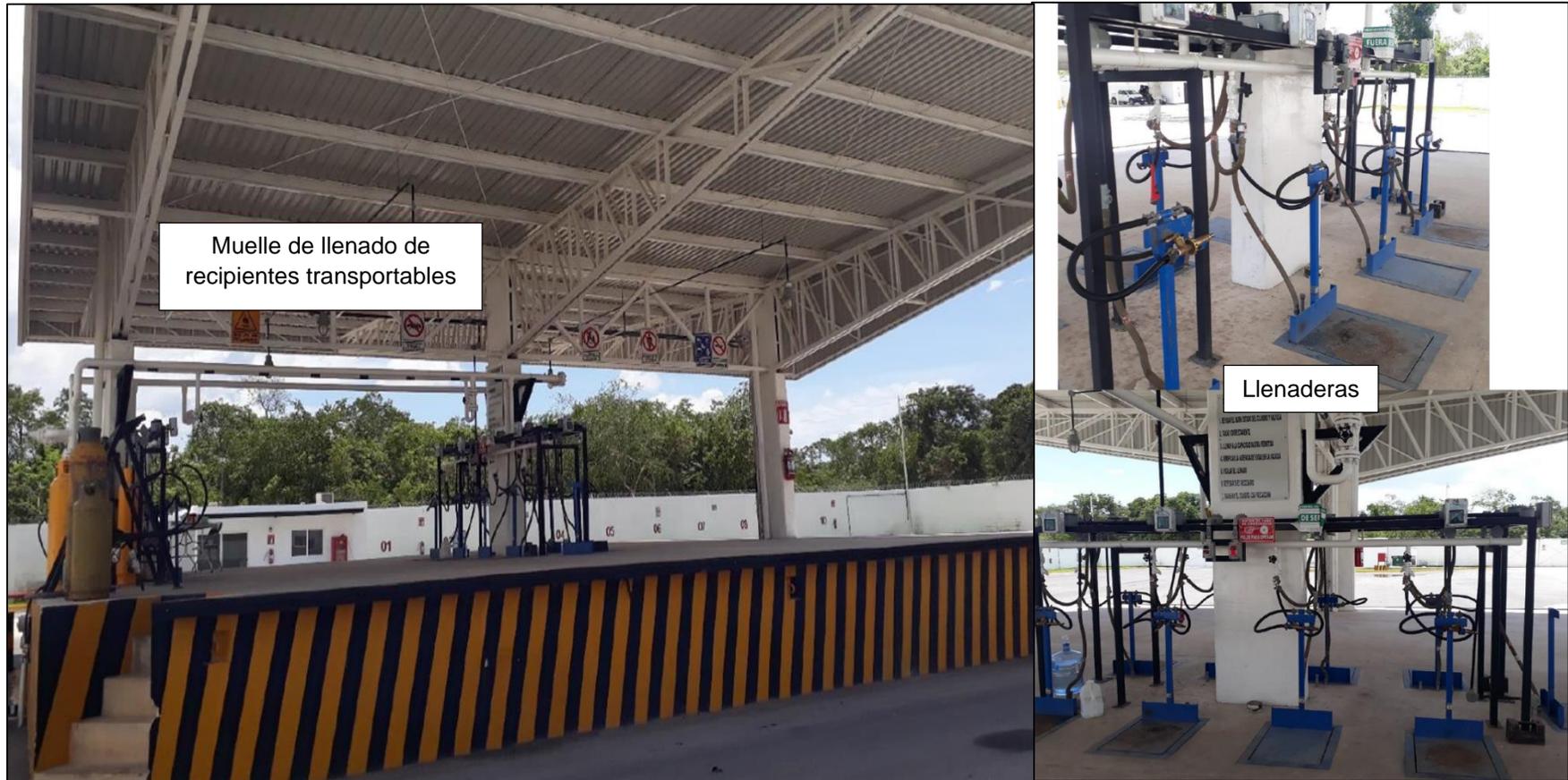
Las tomas de recepción para descarga de semirremolques se ubican en una plataforma de concreto de 0.6 m de altura ubicadas a una distancia de 12.77 m del tanque 1. Cada juego cuenta con dos bocas terminales para gas líquido con un diámetro de 51 mm y una boca terminal para gas vapor de 32 mm de diámetro.



TOMAS DE SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTO-CONSUMO

Para la carga de GLP a las unidades auto-tanques, propiedad de la empresa, se cuenta con un área ubicada dentro de la zona de protección del área de almacenamiento. Se cuenta con dos juegos de tomas de suministro, constando cada una de una boca terminal de 51 mm de diámetro para conducir gas líquido y una boca terminal de 32 mm para conducir gas vapor.

En esta zona también se encuentra la toma de carburación de auto-consumo, la cual cuenta con una boca terminal de 25 mm de diámetro.



MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

En el muelle se cuenta con 12 básculas del tipo plataforma con capacidad de 130 kg, de igual forma se cuenta con 1 báscula de reposo. Cada llenadera (12 en total) cuenta con una válvula de globo, manguera especial de GLP, válvula de cierre rápido, una válvula eléctrica y un conector especial para llenado, todos en diámetro de 13 mm.



VACIADO DE RECIPIENTES TRASPORTABLES

Está constituido por un múltiple de tres salidas conectadas a un tanque de estacionario, el múltiple se encuentra sobre una estructura metálica. La tubería es de acero cédula 80 para alta presión con conexiones roscadas para una presión de 140 kg/cm².



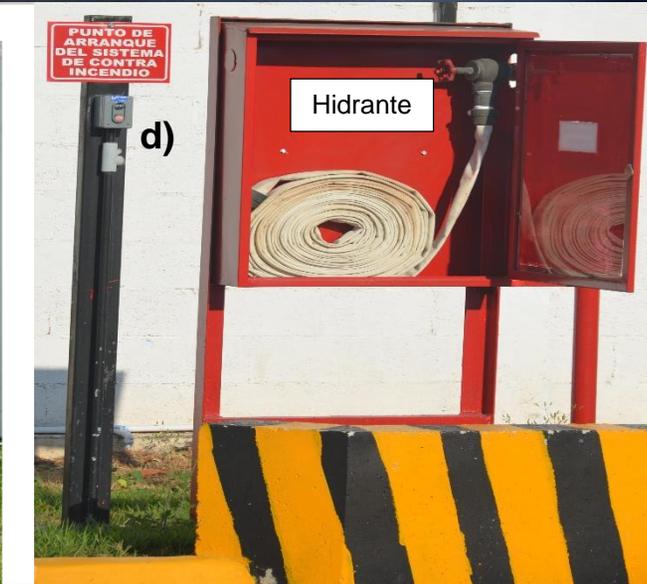
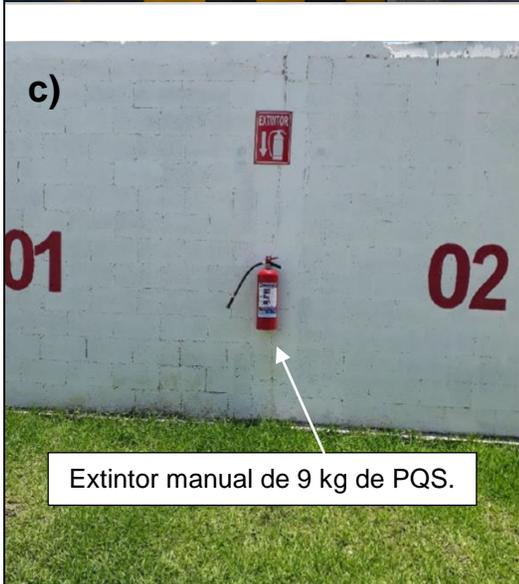
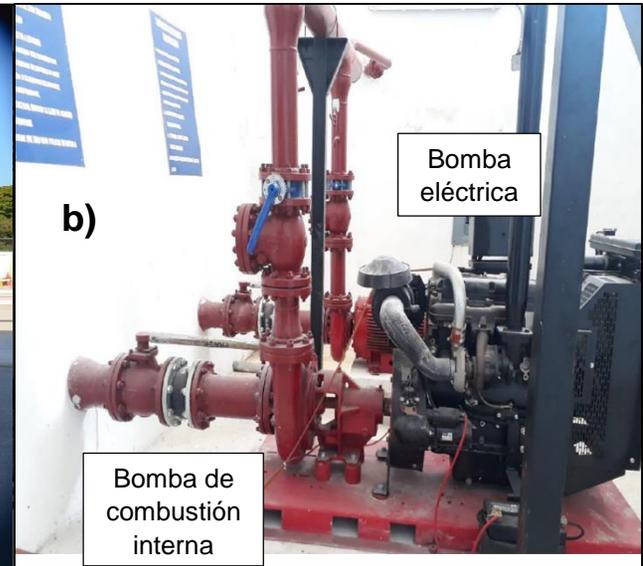
BOMBAS Y COMPRESOR

Para el trasiego del GLP de los semirremolques a los tanques de almacenamiento, la Planta cuenta con un compresor marca Blackmer modelo LB-601 ubicado en la zona de protección del área de almacenamiento.

Para el trasiego de GLP de los tanques de almacenamiento a auto-tanques, recipientes transportables y recipientes montados en vehículos se cuenta con 5 bombas marca Blackmer.

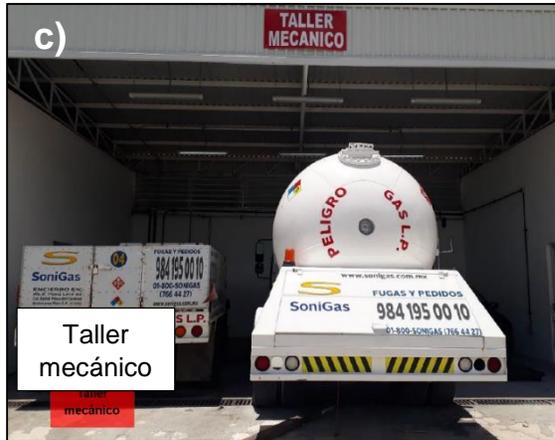


TABLERO ELÉCTRICO



EQUIPO CONTRA INCENDIOS

a) sistema de aspersión (72 boquillas), b) caseta de bombas y cisterna de 122.5 m³, c) extintores manuales PQS y CO₂ y d) hidrantes.



OTRAS ÁREAS QUE INTEGRAN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GLP

a) almacén temporal. de residuos peligrosos, b) taller de pintado de recipientes transportables, c) taller mecánico, d) oficinas, e) revisión de recipientes transportables y f) estacionamiento. m

COLINDANCIAS



Al Norte y Suroeste la Planta colinda con el predio de la empresa el cual aún mantiene la selva mediana subperennifolia, al Sureste colinda inmediatamente con la Avenida X'Mana y está rodeada por en sus demás linderos por el perímetro de guardarraya.

FLORA AL INTERIOR DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.



Al interior de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra un árbol de *Ficus sp.* y algunas palmas de coco en las áreas de estacionamiento.

FLORA DEL SISTEMA AMBIENTAL





FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL



Pitangus sulphuratus
Bienteveo común



Molothrus oryzivorus
Tordo gigante



Apis mellifera
Abeja melífera europea



Ischnura ramburii
Caballito pigmeo de Rambur