ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

ENE GAS S.A. DE C.V.

La Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

I.1. BASES DE DISEÑO.

El proyecto que promueve la empresa Ene Gas, S.A. de C.V. se refiere a la construcción y operación de una planta de distribución de Gas L.P. con pretendida ubicación en la fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al municipio de Moloacán, Veracruz. Se pretende que la planta cuente con una capacidad de almacenamiento de GLP de 110,000 L al 100 % agua, equivalentes a 65,100.2 kg, distribuidos en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal.

De acuerdo con el contrato de compraventa, el predio propiedad de la empresa tiene una superficie de **20,000 m^2**, de los cuales **5,554.44 m^2** serán ocupados por la infraestructura que conformara la planta de distribución de GLP de las que se incluye: área de recepción, zona de almacenamiento, toma de suministro, muelle de llenado, además de accesos controlados (entrada y salida), área de oficinas, bodega, cuarto eléctrico, servicios sanitarios, cisterna, estacionamiento, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, conservando un área de amortiguamiento equivalente a **14,445.56 m^2**, la cual servirá como un sitio de refugio, alimento, desplazamiento para especies terrestres, aves principalmente. Cabe mencionar que al momento de que la empresa adquirió el terreno, aproximadamente 2000 m^2 de este ya se encontraban asfaltados.

Las bases de diseño del presente proyecto se apegan a las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las plantas de distribución de Gas L.P., que señala 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 2014. Bajo este contexto es importante señalar que se cuenta con un dictamen técnico No. de folio **12683/20 BA** emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 124 - A (Ver Apartado D),** donde señala que la memoria técnico descriptiva y planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014** ***Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación***.

Asimismo, el presente proyecto cuenta con el Dictamen Eléctrico, emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas con número de registro UVSELP 474-A **(Ver Apartado D),** donde señala que el proyecto de la memoria de cálculo y el plano eléctrico, cumplen con las Cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la NOM-001-SEDE-2012 relativa a las instalaciones destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el Diario Oficial del 29 de noviembre de 2012.

El proyecto que pretende desarrollar la empresa es de competencia federal y pertenece a la industria del petróleo debido a que la operación de la planta de distribución de GLP consistirá en la descarga, almacenamiento y distribución de GLP. El proceso iniciará con la llegada de GLP por medio de semirremolques los cuales serán descargados con el uso de un compresor para trasladar el GLP a la zona de almacenamiento y finalmente trasegar el GLP a recipientes transportables y auto-tanques, por lo que el promovente se apega a lo establecido en el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con el objetivo de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio

ambiente, correspondiéndole al Proyecto la fracción II de dicha Ley por pertenecer a la industria del petróleo, a su vez en el artículo 5 inciso D) fracción VIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental se hace mención acerca de la construcción y operación de instalaciones para transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de Gas Licuado de Petróleo, así como del artículo 3, fracción XI, inciso d) de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector de Hidrocarburos.

Asimismo, considerando la cantidad de almacenamiento que se pretende manejar en la Planta, el proyecto concierne a una actividad altamente riesgosa, ya que esta sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de gas l. p. indicada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992, por lo que a fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 30 segundo párrafo y artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se integra el presente Estudio de Riesgo en su modalidad Análisis de Riesgo a la Manifestación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con la información del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el uso de suelo el sitio del Proyecto se encuentra en un uso de suelo y vegetación de tipo pastizal cultivado y le corresponde una política de *Restauración y Aprovechamiento Sustentable* de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Ver tabla I.2) y de *protección* con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (Ver tabla I.3)

Asimismo, es importante mencionar que el proyecto cuenta con una Autorización de Uso de Suelo**,** no. de oficio **D.O.P./S.D.U./218/2020**, emitida por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Moloacán, Veracruz el 9 de diciembre de 2020.

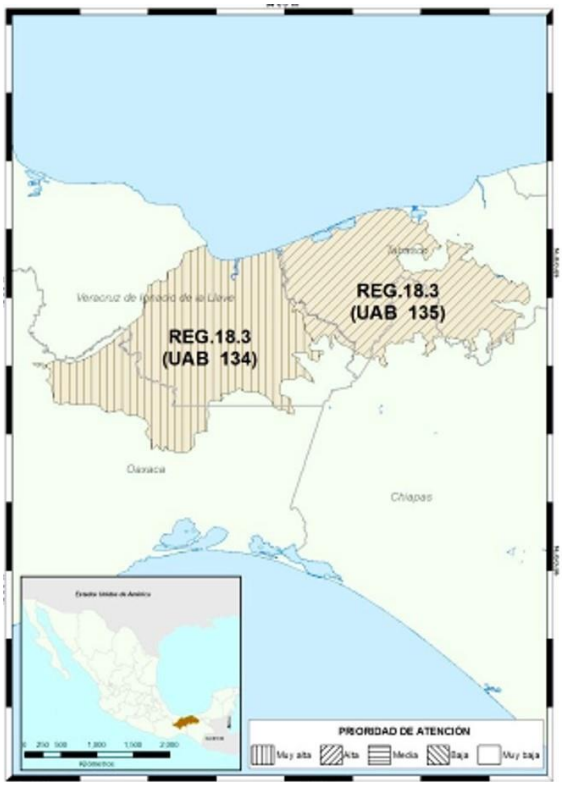
Tabla I.1. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
Sur	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
Este	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
Oeste	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
Noreste	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
	Asentamientos Humanos	Asentamientos Humanos
Noroeste	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
Sureste	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
Suroeste	Pastizal Cultivado	Pastizal Cultivado
	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia

A continuación, se anexa el plano correspondiente **“Uso de suelo en torno a un radio de 500 m”.**

Tabla I.1. Características de la Región Ecológica 18.3, UAB 134.

Región Ecológica:	18.3
U A B:	134
Localización:	Llanura Costera Veracruzana Sur
Política ambiental:	Restauración y aprovechamiento sustentable
Superficie en Km²:	1, 178, 428.32 km²
Población Total:	1, 147, 597 habitantes
Población Indígena:	Chimalapas
Escenario 2033:	Inestable a crítico
Rectores del desarrollo:	Agricultura – Desarrollo Social - Ganadería
Coadyuvantes del desarrollo:	Industria - PEMEX
Asociados del desarrollo:	Preservación de flora y fauna
Otros sectores de interés:	CFE – Forestal - Minería



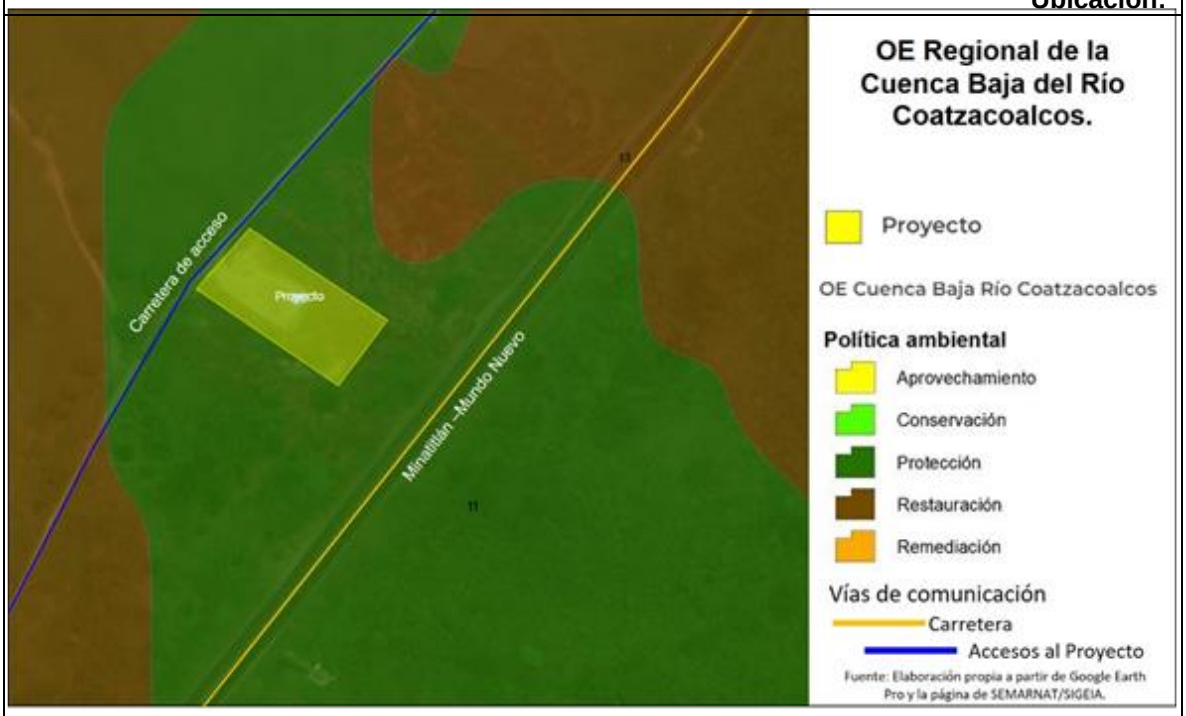
Estrategias sectoriales:	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.
Estado Actual de Medio Ambiente 2008:	**Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio.** No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla I. 3 Ficha técnica de la UGA 11.

Unidad de Gestión Ambiental 11		
UGA	**Política**	**Uso predominante**
11	Protección	Espacio natural terrestre
Usos compatibles	**Usos condicionados**	**Usos incompatibles**
	Turismo	Agrícola, pecuario, flora y fauna, forestal, acuacultura, industrial, minería, urbano

Criterios:
Tu 1, 2, 3, 4, 5, 7.
Mi 1, 2, 4, 5.
Ah 3, 5, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46.
C 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.
Eq 1, 2, 4, 7, 12.
If 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12.
In 1, 11, 15, 19.
Ff 1, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.
Mae 1, 7, 8, 9, 17, 18, 20, 26, 27, 28, 32, 35, 41, 42.

Ubicación:



Por lo tanto, el proyecto incide en la UGA 11 con política ambiental de protección que promueve la permanencia del uso actual del suelo, sin embrago, el desarrollo urbano actual ha impactado en la zona, por lo que el uso actual del suelo no cuenta con las mismas funciones y capacidades de carga de un ecosistema primario y en cuanto al uso de suelo y vegetación del área del Proyecto al ser de pastizal cultivado no contiene los elementos de flora y fauna que propicien su preservación. Además de los 20,000 m^2 del predio de la empresa únicamente dará uso de 5,554.44 m^2, manteniendo el restante (14,445.56 m^2) como zona de amortiguamiento (área sin perturbar). Por lo que el Proyecto no impactará de forma negativa a los procesos ecológicos de la región.

Cabe destacar que en las colindancias del terreno propiedad de la empresa no se desarrollan actividades que pongan en peligro las actividades del proyecto, una vez que en

sus colindancias próximas se presenta un uso de suelo de tipo pastizal, siendo estas las que a continuación se mencionan:

- Al Noroeste en 50.61 metros, con el derecho a vía de la carretera de acceso.
- Al Suroeste, en 109.75 metros, con el terreno baldío sin actividad.
- Al Sureste, en 50.54 metros, con terreno baldío sin actividad.
- Al Noreste en 109.29 metros con terreno baldío sin actividad.

Asimismo, en relación al requerimiento que exige actualmente la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia. (Ver Figura I.1).

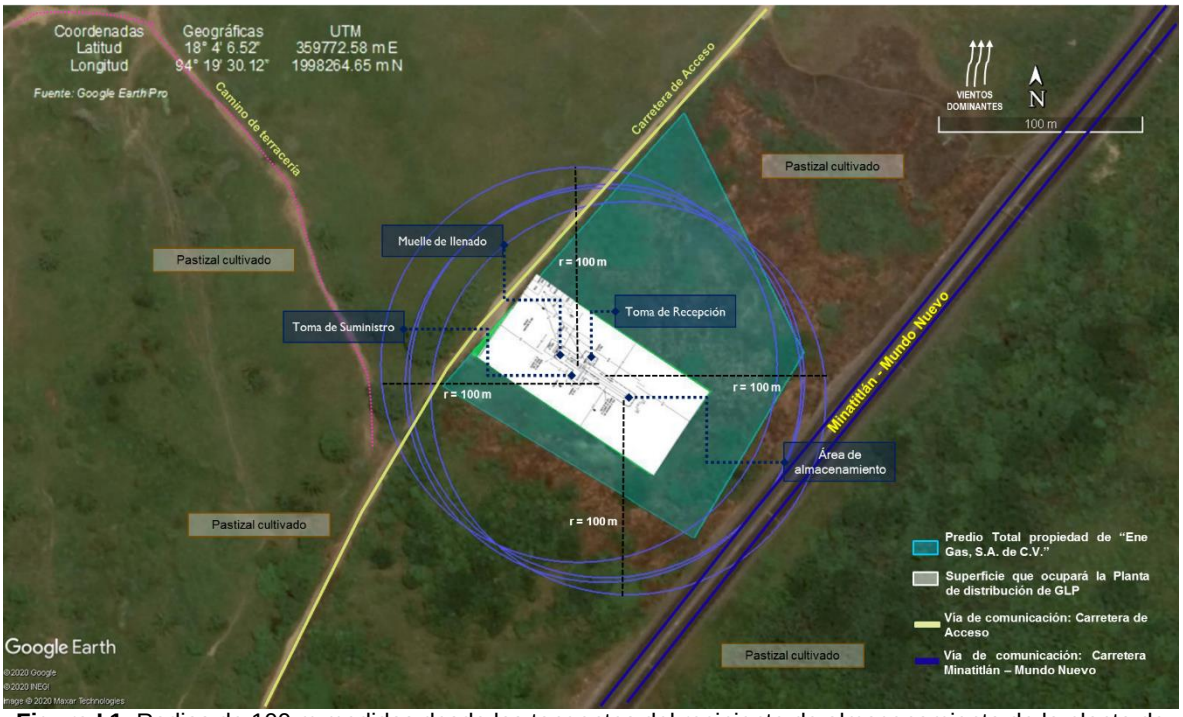


Figura I.1. Radios de 100 m medidos desde las tangentes del recipiente de almacenamiento de la planta de distribución de GLP propiedad de Ene Gas, S.A. de C.V.

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de sus actividades, tales como: energía eléctrica, está será obtenida de la línea de alta tensión de CFE que pasa por enfrente del terreno; y vía de comunicación, tales como la carretera Minatitlán – Mundo Nuevo y Cárdenas – Coatzacoalcos, las cuales enlazan a diferentes colonias y/o localidades del municipio de Coatzacoalcos y Moloacán, situación que le confiere un punto estratégico para la venta de gas l.p. No obstante, no se cuenta con agua potable y alcantarillado, por lo que el suministro de agua en las etapas de preparación del sitio y construcción será por medio de pipas que el promovente comprará para el uso cotidiano y el agua residual que resulte será dispuesta por la empresa contratada de prestar el servicio de letrinas. Una vez ya en etapa de operación y mantenimiento, el suministro de agua seguirá siendo por medio de pipas, mientras que el agua residual se descarga de forma directa a la fosa séptica que será construida dentro del predio.

Es importante mencionar que en un radio de 500 m a partir de los límites de la superficie que ocupará la planta de distribución, no se encuentran zonas vulnerables tales como: *escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, parques o unidad habitacional de alta densidad.* No obstante, a una distancia aproximada de 322.56 m al noreste del proyecto, medida a partir del límite del predio, se ubica la localidad denominada "Nuevo Teapa" (Tabla I.4)

Tabla I.4. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre / Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia aproximada a la instalación (m)
Localidad	Nuevo Teapa	Noreste	322.56 m

De acuerdo a los datos señalados por la *Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)* a través de su Catálogo de Localidades, "Nuevo Teapa" cuenta con una población total de 970 personas.

Tabla I.5: Población total de la localidad Nuevo Teapa, municipio Moloacán

Datos demográficos				
Año	2005		2010	
Población	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	393	375	487	483
Total	768		970	

Fuente: SEDESOL

A continuación, se anexa el plano correspondiente "**Zonas vulnerables de población en torno a un radio de 500 m**" medidos a partir de los límites del predio que ocupará la planta.

Asimismo, se analizó la presencia de cuerpos de agua y corrientes superficiales con el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA), en el que se encontró que dentro del predio total de empresa no existe ninguna corriente o cuerpo de agua, sin embargo, aproximadamente a 540.46 y 787.20 m de los límites de la superficie que ocupará la planta de distribución en dirección Oeste y Suroeste se encuentran corrientes de agua intermitente y en dirección Este aproximadamente a 1.5 km se encuentra el río Teapa, el cual es un corto río del sureste de México, no obstante, a pesar de la existencia del Rio Teapa la zona no es considerada como una Región Hidrológica Prioritaria

Tabla I.6. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia aproximada al proyecto (m)
Corriente de Agua Intermitente	---	---	Este	540.46
	---	---	Suroeste	787.20

A continuación, se anexa el plano correspondiente **"Componentes ambientales en torno a un radio de 500 m"** medidos a partir de los límites del predio que ocupará la planta.

Tabla I.7. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.

Tipo de infraestructura	Nombre / Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia aproximada al proyecto (m)
Carretera	Carretera de Acceso	Noroeste	2.6 m
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo	Sureste	55.92 m
Línea de alta tensión	Torre eléctrica	Suroeste	323.43 m
		Suroeste	222.67 m
		Suroeste	204.56 m
		Noroeste	249.36 m
		Noroeste	454.28 m
Antena de telecomunicaciones	-	Sur	192.01 m

A continuación, se anexa el plano correspondiente "**Infraestructura en torno a un radio de 500 m**" medidos a partir de los límites del predio que ocupará la planta.

Cabe destacar que el área del proyecto no se ubica en un Área Natural Protegida de competencia municipal, estatal o federal, tampoco dentro de sitios RAMSAR o AICAS.

Otros factores a considerarse en las bases de diseño de lo que será la planta de distribución de GLP es la susceptibilidad eventos de tipo geológico e hidrometeorologico. Con base a la consulta de diversas fuentes: Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se identificaron diferentes tipos de riesgos naturales que son susceptibles de ocurrir en la zona donde se pretende instalar la planta de distribución de GLP y que deberán ser considerados

Peligros geológicos.

Sismicidad: Para conocer el grado de peligro sísmico, se recurrió a la Regionalización Sísmica de México, dicha regionalización cuenta con cuatro zonas:

- **Zona A**, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- **Zona B**, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- **Zona C**, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- **Zona D**, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Es importante mencionar que debido a que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto está dentro de la zona C de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) catalogada como de peligro Alto por seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m^2, valor crítico para un suelo poco compacto.

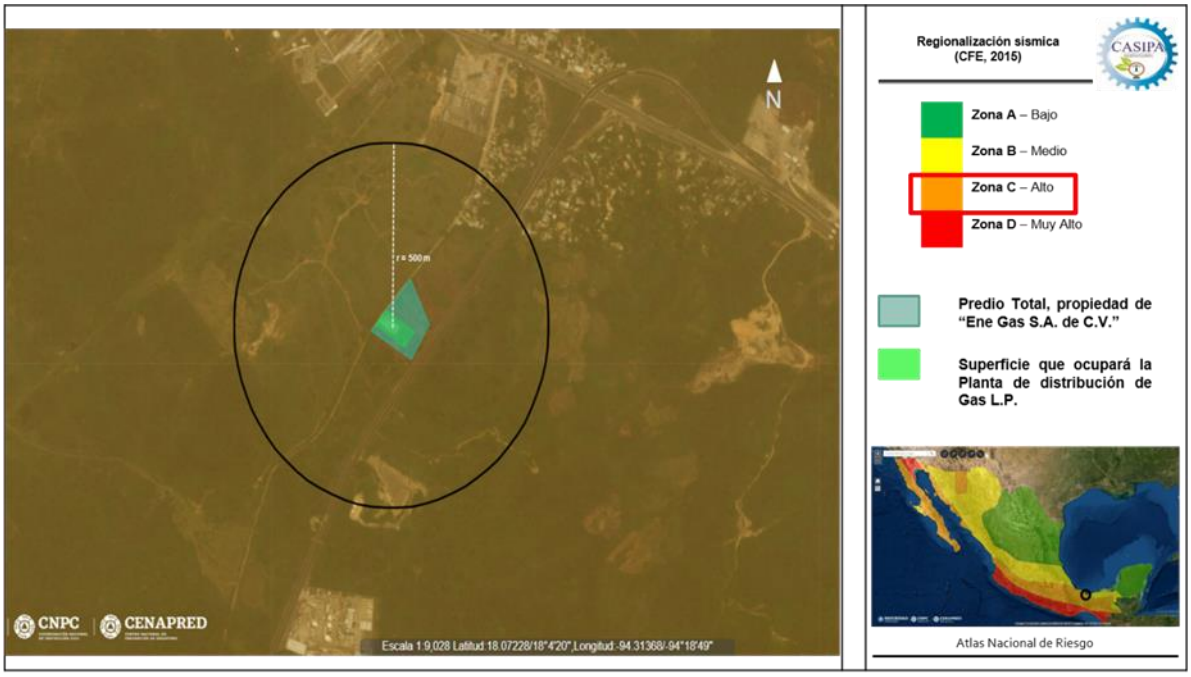


Figura. I.2. Regionalización Sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

Fenómenos hidrometeorológicos

El Atlas de Riesgo del Estado de Veracruz, señala que de manera general los fenómenos hidrometeorológicos poseen cualidades positivas para el medio ambiente, actuando como parte integrante del sistema tierra-océano-atmósfera, y teniendo una función importante para el desarrollo del hombre, dado que le permite contar con temperaturas agradables para el desarrollo de sus actividades, agua para su consumo y desarrollo de cultivos, etc. Sin embargo, muchas veces este tipo de fenómenos se manifiestan de manera extraordinaria, en donde no es posible absorber sus efectos o manifestaciones territoriales generando disturbios en la sociedad, algunos de ellos son las sequias, ciclones, heladas, vientos fuertes, granizadas, tempestades, nieblas, temperaturas extremas, nevadas.

A continuación, se describen los fenómenos hidrometeorológicos a los que es susceptible la zona donde se pretende desarrollar el proyecto:

En términos generales, el grado de peligrosidad de que ocurran ciertos fenómenos climatológicos en la zona donde se localizará el proyecto, se presenta a continuación (Tabla I.8).

Tabla I.8 Fenómenos climatológicos presentes en el entorno a la instalación.

Fenómenos Hidrometeorológicos	Grado de peligrosidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Sequía			x		
Tormentas eléctricas			x		
Inundación	x				

Fuente: CENAPRED

Seguías: La zona donde se pretende desarrollar el proyecto está catalogada con un con nivel de peligrosidad “medio” (**Figura I.3**) y con un grado de vulnerabilidad “media” (**Figura I.4**), lo cual está relacionada con algunos factores climáticos como las altas temperaturas, vientos fuertes y baja humedad relativa.

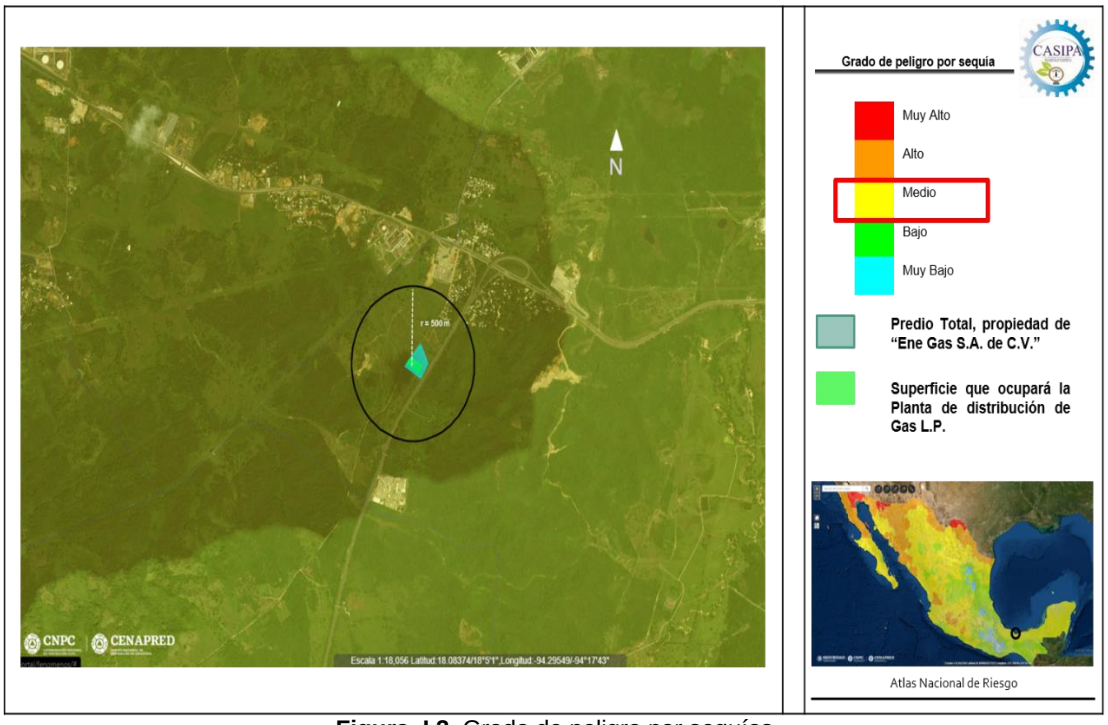


Figura. I.3. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

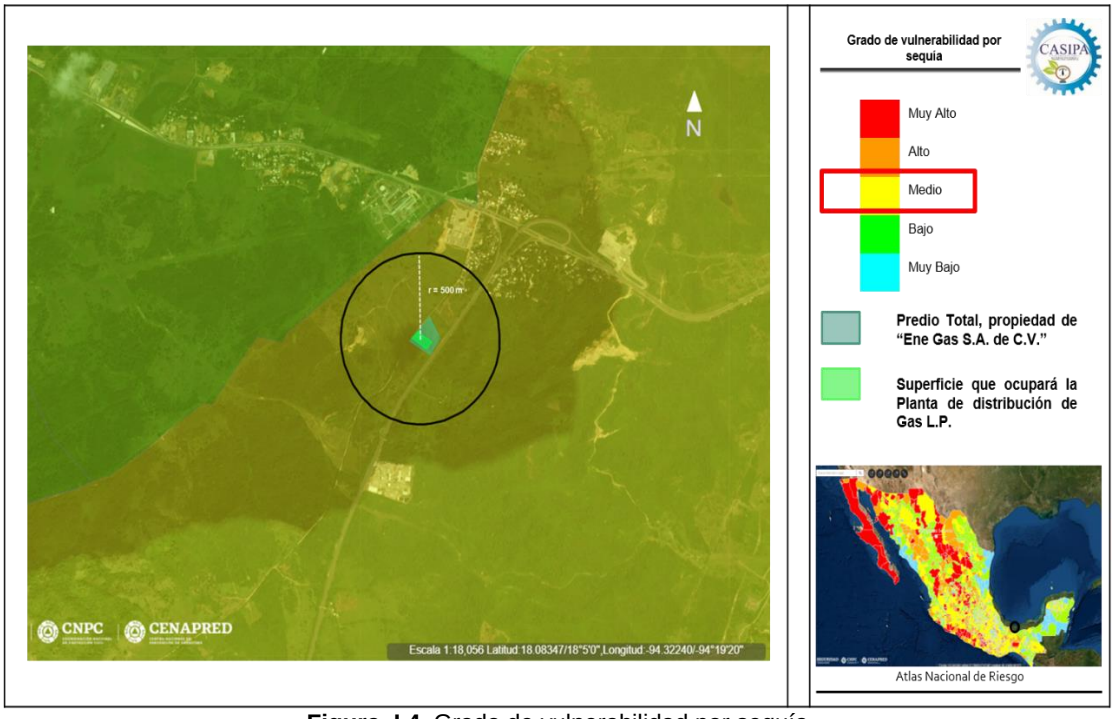


Figura. I.4. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Riesgo por inundación: 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.

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto está catalogada con un índice de vulnerabilidad de inundación "Medio" (**Figura I.6**) y un índice de peligro "Muy Alto" (**Figura I.5**), de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED. Por lo que el piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

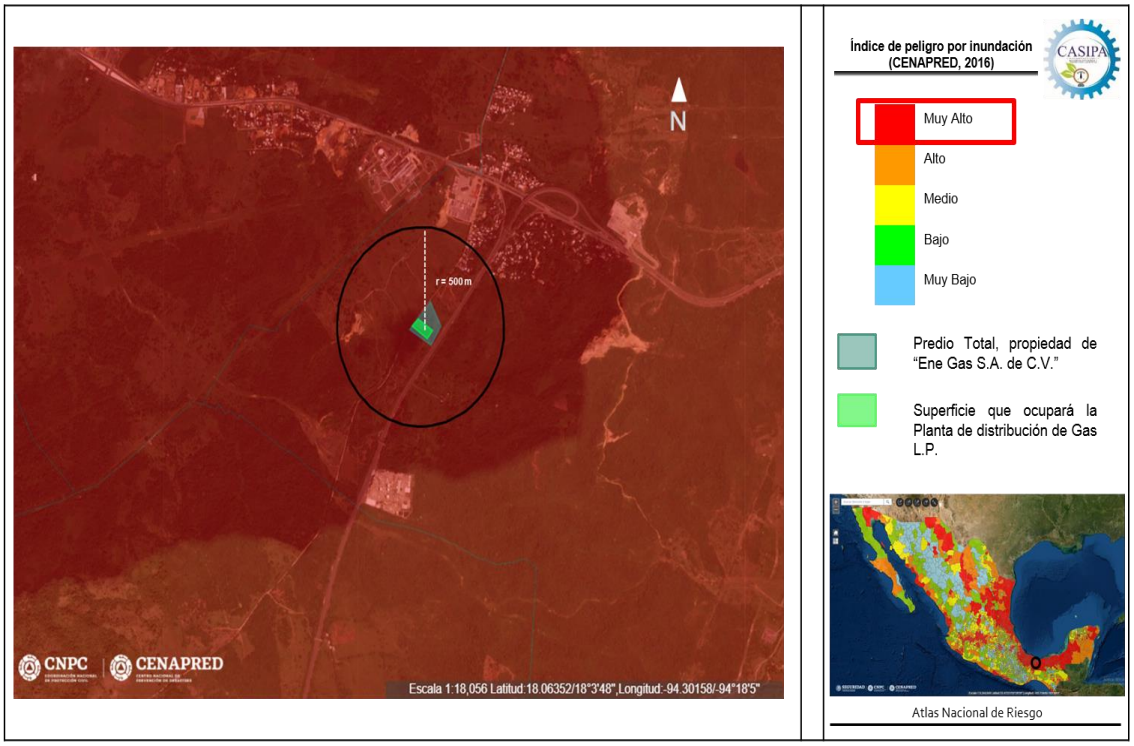


Figura. I.5. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

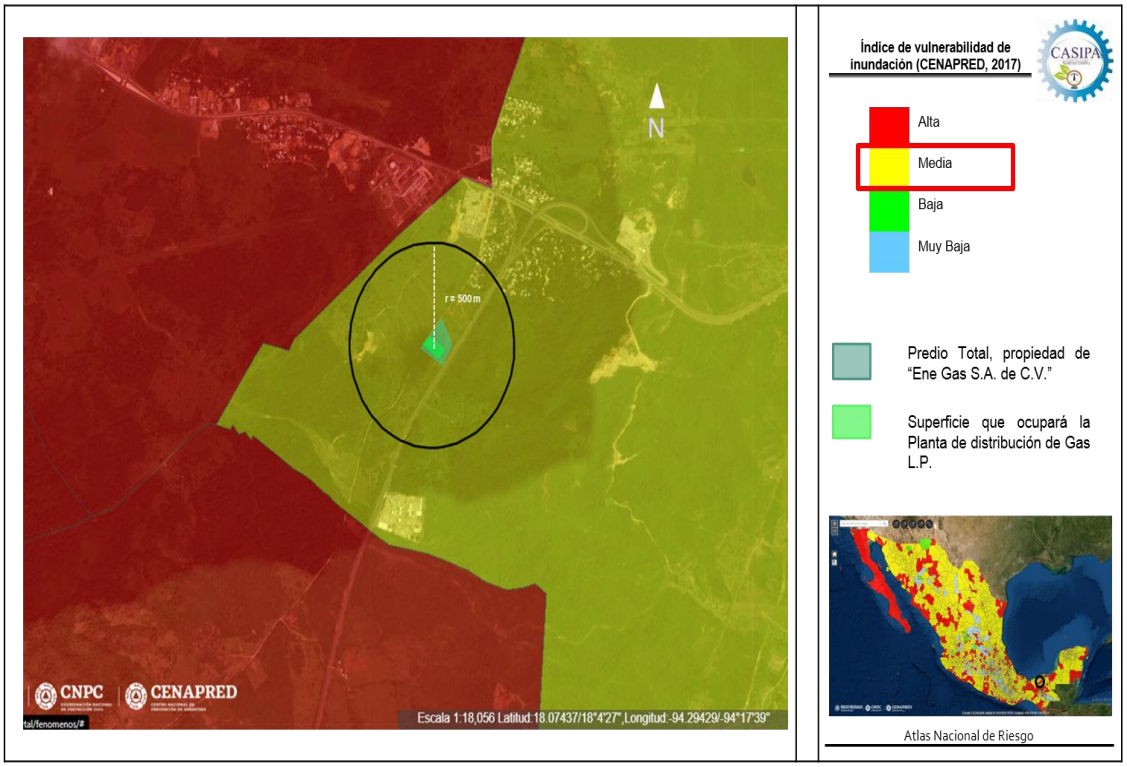


Figura. I.6. Índice de vulnerabilidad por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Tormentas eléctricas: La amenaza de tormentas eléctricas tiene un peligro "medio" según el Atlas de Riesgos del CENAPRED como se observa en la (**Figura I.7**).

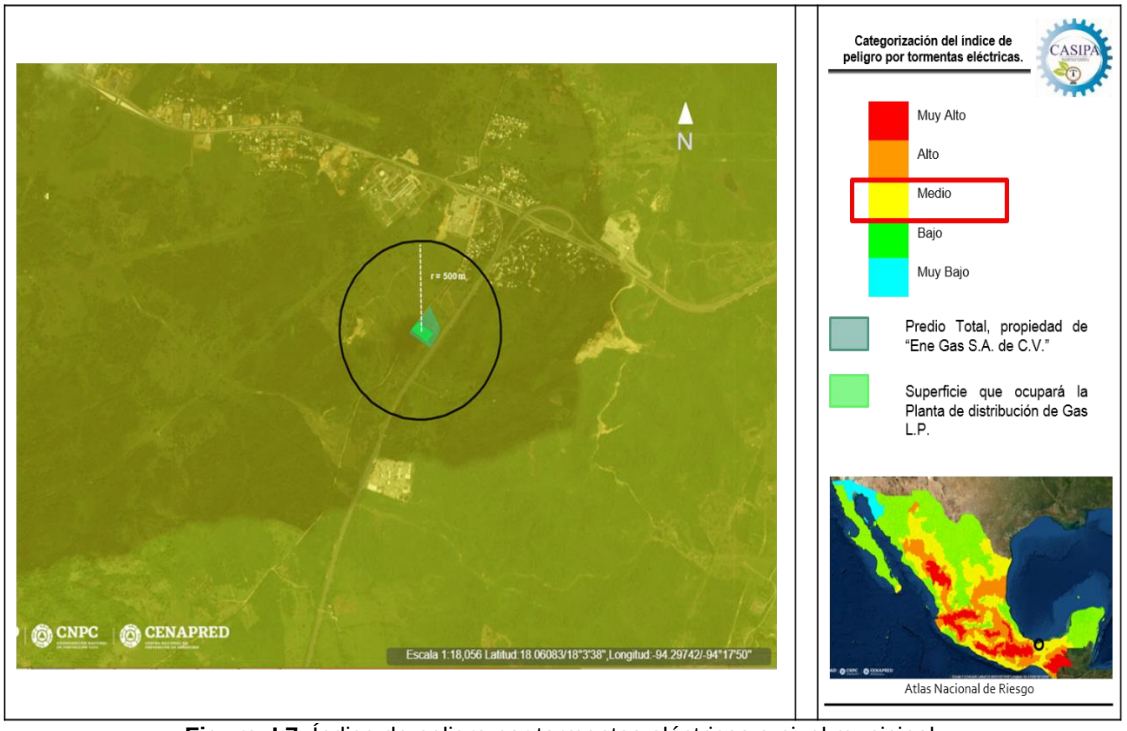


Figura. I.7. Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

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

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

Los equipos que serán conectados a "tierra" son: tanque de almacenamiento, bomba, compresor, tomas de suministro, tomas de recepción, tuberías, múltiple de llenado, trasformador y tablero eléctrico.

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

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

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

Especificaciones de diseño y construcción.

Fundamentalmente, las bases de diseño de este proyecto se apegan a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo, y del Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha 31 de octubre de 2014, así como en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P.- Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación", editada por la Secretaria de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día miércoles 22 de octubre de 2014.

Por lo tanto, previo al inicio de operaciones deberá realizar:

- Prueba e inspección de soldadura en tuberías, mediante radiografiado o ultrasonido de haz angular en los términos señalados en los numerales **4.2.2.5.4** al **4.2.2.5.4.2** de esta Norma.
- Revisión de hermeticidad del sistema de tuberías en los términos señalados en los numerales **4.2.2.5.5** al **4.2.2.5.5.8** de esta Norma.

En lo referente a las especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la Planta de Distribución y con el objetivo de aprobar la evaluación de la conformidad con la NOM-001-SESH-2014 deberá de realizar lo siguiente:

- Mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación: Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, cesión de derechos o cambio de razón social (en su caso), historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en el caso de que la planta tenga más de este tiempo en operación, planos y memorias actualizados, autorización de la DGGLP por la modificación al diseño

básico de la instalación (en su caso), certificado de fabricación de los recipientes o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a **NOM-013-SEDG-2002**, dictamen de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, y originales de: Constancias de capacitación, manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, bitácora de mantenimiento avalada por la UV como mínimo cada 6 meses de los sistemas de almacenamiento, trasiego, sistema contra incendio e iluminación, programas de mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y de sistemas de seguridad.

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

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen Técnico No. 12683/20 BA emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, con número de registro UVSELP 124-A de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.

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

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

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

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

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012.

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

Establece las especificaciones mínimas de diseño y fabricación de los recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., tipo no transportable, no expuestos a calentamiento por medios artificiales, destinados a plantas de almacenamiento, plantas de distribución, estaciones de Gas L.P. para carburación, instalaciones de aprovechamiento, depósitos de combustible para motores de combustión interna y depósitos para el transporte o

distribución de Gas L.P. en auto-tanques, remolques y semirremolques. Asimismo, se incluyen los métodos de prueba que como mínimo deben cumplir los recipientes no transportables materia de esta norma, así como el procedimiento de evaluación de la conformidad correspondiente.

El proyecto de la instalación de un Planta de distribución de GLP pretende operar con una capacidad máxima de almacenamiento de 110,000 litros, distribuidos en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal.

La empresa debe considerar lo siguiente:

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

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

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

El recipiente de almacenamiento fue fabricado en 1999, por lo que deberá contar con el reporte de medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

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

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

La empresa deberá:

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

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

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

Las tuberías que serán instaladas para conducir GLP serán de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión de trabajo de 21 kg/cm² y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm^2 y con tubería de acero cédula 80. Se efectuarán pruebas de hermeticidad, al sistema de tuberías se le aplicará CO_2 a una presión de 1.5 veces la presión máxima de trabajo o 36.91 kg/cm^2, lo que resulte mayor, durante un tiempo de 60 minutos, después del cual se inspeccionará que no haya fugas en uniones de tuberías y conexiones soldadas y roscadas.

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

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

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

Los recipientes transportables que la empresa adquiera deberán de tener los certificados donde se haga constar que los recipientes transportables descritos en el mismo, cumplen con la totalidad de las especificaciones establecidas en la mencionada norma.

- **NOM-011/1-SEDG-1999.** *Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso.*

Los recipientes transportables que adquiera la empresa deberán manejarse conforme a lo especificado en la mencionada norma, además se deberá de verificar el tiempo de vida útil conforme al punto 6 de la norma.

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

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

La mencionada norma fue publicada en el Diario Oficial el 29 de mayo de 2019 y conforme al Transitorio SEGUNDO, el proyecto de norma cancelará y sustituirá la NOM-007-SESH-2010 una vez entrada en vigor; plazo que se cumple 180 días naturales posteriores a su publicación.

Los auto-tanques de distribución deberán de cumplir con el punto 6. Operación y mantenimiento de la mencionada, deberán de ser evaluados por una Unidad de Verificación, la cual emitirá un dictamen aprobatorio o no aprobatorio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
(SEMARNAT)

En materia de aguas residuales:

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

Vinculación: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán aguas residuales como resultado de la presencia de trabajadores, sin embargo no se descargarán a cuerpos o corrientes de agua, será la empresa encargada de la obra quien se responsabilice para llevar a cabo su control y manejo, mediante la contratación de casetas sanitarias, que permanecerán hasta concluir con las actividades de construcción, el servicio será contratado a una empresa especializada de la región que cuente con los permisos y/o autorizaciones adecuadas, además será la responsable del mantenimiento periódico y disposición final de los residuos líquidos generados.

En la etapa de operación y mantenimiento; derivado de las actividades de limpieza de las instalaciones, el uso de sanitarios en oficinas, operación del sistema contra incendio etc., se generarán aguas residuales que serán dirigidas a la fosa séptica que se localizará a un costado de la bodega. Por lo tanto, la empresa ENE GAS, estará obligada a operar y garantizar su adecuado funcionamiento, se realizarán inspecciones visuales periódicamente y deberá ser sometido a mantenimiento de forma semestral y/o anual en base al programa de mantenimiento que se implemente en las instalaciones.

En materia de residuos peligrosos y de manejo especial:

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

Vinculación: En las actividades de construcción de la planta de distribución de GLP, se prevé la generación de residuos peligrosos (Natas y costras de pintura). Asimismo, en la etapa operativa, si bien, el proyecto no considera un taller de servicio mecánico para la reparación menor de vehículos propiedad de la empresa se prevé que en acciones de mantenimiento del equipo de trasiego y áreas de apoyo se generen residuos peligrosos (aceites gastados, costras y natas de pintura, entre otros), por lo que deberán manejarse de acuerdo con lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento.

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

Vinculación: Como parte del desarrollo de las actividades del proyecto se generarán residuos de peligros y de manejo especial por lo que se debe priorizar la minimización de su generación y maximizar su valorización, para proteger a la población y al medio ambiente.

Durante la preparación del sitio y construcción de la Planta de distribución de gas l.p. los residuos peligrosos y de manejo especial serán manejados y dispuestos por la empresa constructora encargada de la obra del Proyecto.

En la etapa de operación y mantenimiento los residuos de manejo especial considerados serán los recipientes transportables, por lo que la empresa será la responsable de su manejo y control, con el fin de no disponerlos en predios colindantes o en sitios no autorizados, ajustándose tal como lo establece la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* quienes generen residuos peligrosos y de manejo especial, deberán manejarlos de forma segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados por esta Ley. Cabe señalar que de acuerdo a la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto civil se contará con un área específica para el almacenamiento temporal de recipientes transportables rechazados.

En materia de emisiones a la atmosfera:

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

La planta contará con una flotilla de vehículos propiedad de la empresa que circulará para el reparto del combustible, generando con ello emisiones a la atmósfera.

Por ello el encargado de la planta deberá de proporcionar los recursos para el mantenimiento a las unidades que estén equipadas con motor carburante, para mantener niveles permisibles indicados en la Norma, y que a la vez se sometan a verificación vehicular para asegurar su cumplimiento.

En materia de protección de flora y fauna:

- **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional.

Vinculación: El Proyecto ocupará un área de 5,554.44 m^2, donde de acuerdo con la visita al predio del proyecto, en la mayor parte de la superficie se registraron especies herbáceas, por lo que cabe mencionar que no se encontraron especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con esta norma.

Por otra parte, de las especies citadas para el área del Proyecto ninguna se encuentra dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en la zona inmediata se pueden encontrar especies florísticas enlistadas en la norma como son Ormosia isthmensis, Cedrela odorata, Bactris major, no obstante, las actividades que realizará el promovente mediante la Planta de distribución de gas l.p. no se contraponen con la conservación de las mismas, además se implementarán las medidas de prevención y mitigación necesarias para

conservar las áreas que no serán intervenidas propiedad de la empresa y de los predios colindantes.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

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

TITULO PRIMERO
Disposiciones Generales
CAPÍTULO II
Distribución de Competencias y Coordinación

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

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

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

CAP. V Evaluación del Impacto Ambiental

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

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

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

Vinculación: Por ello, con objetivo de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, la empresa promovente presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el siguiente trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: "**Instalación y Operación de una Planta de Distribución de Gas L.P. denominada "Gavilán Sur" en Veracruz"** con pretendida ubicación en La Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado

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

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

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

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

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

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

Vinculación: La planta de distribución de GLP contará con una fosa séptica para disponer de sus aguas residuales generadas por las actividades normales. Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral con base al programa de mantenimiento de la empresa.

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

I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

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

Vinculación: La fosa séptica deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral conforme al programa de mantenimiento de la empresa, además se deberán realizar análisis de las aguas residuales para asegurar que los niveles de contaminantes generados se encuentren por debajo de lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

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

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

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

Vinculación: El giro comercial de la planta de distribución de GLP, es de competencia Federal y perteneciente a la industria del petróleo. Resaltando que la instalación contará con un recipiente con capacidad de 110,000 L base agua, equivalentes a 65,100.2 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el GLP, una cantidad de 50,000 kg. Por ello se presenta el Estudio de Riesgo correspondiente.

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

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

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

Vinculación: En los alrededores del terreno que ocupará la planta en un radio de 100 metros a partir de la tangente del recipiente de almacenamiento de GLP, no se encuentra ningún almacén de combustibles externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuela, hospital, iglesia o lugar de reunión.

LEY DE HIDROCARBUROS

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

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

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

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

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

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

Artículo 81. Corresponde a la Comisión Reguladora de Energía:

I. Regular y supervisar las siguientes actividades, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a la Agencia:

c) Distribución de Gas Natural y Petrolíferos

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

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

XVI. Dar aviso a la Secretaría de Energía, a la Comisión Reguladora de Energía, a la Agencia y a las demás autoridades competentes sobre cualquier siniestro, hecho o contingencia que, como resultado de sus actividades, ponga en peligro la vida, la salud o la seguridad públicas, el medio ambiente; la seguridad de las instalaciones o la producción o suministro de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos; y aplicar los planes de contingencia, medidas de emergencia y acciones de contención que correspondan de acuerdo con su responsabilidad, en los términos de la regulación correspondiente.

XVII. Proporcionar el auxilio que les sea requerido por las autoridades competentes en caso de emergencia o siniestro;

XVIII. Presentar anualmente, en los términos de las normas oficiales mexicanas aplicables, el programa de mantenimiento de sus sistemas e instalaciones y comprobar su cumplimiento con el dictamen de una unidad de verificación debidamente acreditada;

XIX. Llevar un libro de bitácora para la operación, supervisión y mantenimiento de obras e instalaciones, así como capacitar a su personal en materias de prevención y atención de siniestros;

XX. Cumplir en tiempo y forma con las solicitudes de información y reportes que soliciten las Secretarías de Energía y de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, y

XXI. Presentar la información en los términos y formatos que les sea requerida por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía, en el ámbito de sus competencias, en relación con las actividades reguladas.

La industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal de acuerdo con el artículo 95, en consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria.

Vinculación: La empresa ENE GAS, S.A. de C.V., pretende la construcción para su posterior operación de una planta de distribución de gas l.p., por lo que su actividad corresponde al Sector Hidrocarburos, y de acuerdo a las fracciones señaladas en el artículo 2 de esta Ley, le incumbe la fracción IV; El transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos, será mediante la Comisión Reguladora de Energía, para solicitar un permiso para la actividad mencionada y cumplir con lo indicado en el artículo 84 de la Ley de Hidrocarburos.

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

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

TÍTULO PRIMERO
Disposiciones Generales
Capítulo Único Naturaleza y Objeto

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

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

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

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

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

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

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

DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL

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

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

- DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.

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

- Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía que expide las Disposiciones administrativas de carácter general en materia de transporte y distribución por

medios distintos a ductos, expendio mediante estación de servicio para autoconsumo y expendio al público de gas licuado de petróleo.

Vinculación: La distribución de Gas L.P. se realizará mediante la Planta de Distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques, actividad que se deberá de realizar conforme al punto 2.2.3 de las disposiciones. Asimismo, la empresa deberá de cumplir con las obligaciones del punto 3 de las mencionadas disposiciones.

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

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

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

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

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

Vinculación: Las actividades de preparación del sitio y construcción serán una fuente de generación de residuos de manejo especial, ya que se realizará la demolición de la barda de block localizada por el lindero Norte y Este, además de las construcciones en el lindero Noreste, cumplir con el diseño de la Planta (Plano civil) para lo cual la empresa constructora se encargará de que los residuos de construcción sean manejados correctamente y dispuestos en sitios autorizados por el municipio.

En cuanto a los residuos de manejo especial que se prevén se generen en la etapa operativa y de mantenimiento de la Planta serán los recipientes transportables rechazados, mangueras y válvulas caducas, los cuales serán manejados y dispuestos mediante la contratación de gestores autorizados asegurándose que el manejo de los mismos sea adecuado y por ende contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados, mientras que las mangueras y válvulas caducas serán dispuestas en sitios autorizados.

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

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

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 19-01-2018.

Fundamento y vinculación:

Esta *Ley* tiene como objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

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

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

Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria **(*artículo 18*).**

Para el caso de los residuos peligrosos, el ***artículo 40*** señala que estos residuos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

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

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

La empresa promovente del proyecto deberá registrarse de acuerdo con la categoría que le corresponda señaladas en el ***artículo 44*****.** Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

Finalmente, cuando se llegue al término de la vida útil del proyecto se deberá dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos ***(Artículo 45).***

Vinculación: En las primeras etapas del proyecto se tendrá la generación de residuos peligrosos, sin embargo, será la empresa constructora encargada de la obra quien lleve a cabo el control, manejo y disposición final de los residuos peligrosos.

Durante las actividades de operación y mantenimiento, en caso de generarse este tipo de residuos, su manejo será responsabilidad de una empresa contratada que se encargará del mantenimiento de las instalaciones, asimismo, ENE GAS, S.A. DE C.V. deberá vigilar que la empresa contratada, se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, en la LGPGIR y su Reglamento, así como al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En caso de que la empresa ENE GAS, S.A. DE C.V. almacene residuos considerados peligrosos, deberá de ajustarse a lo establecido a los artículos señalados.

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

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

Fundamento y vinculación:

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

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

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

D) Actividades del sector hidrocarburos.

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

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

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

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

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

- **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- **II.** Descripción del proyecto;
- **III.** Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- **IV.** Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- **VI.** Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- **VII.** Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

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

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

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

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

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

Vinculación: El proyecto propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.** es propia del sector hidrocarburos, esta contará con una capacidad de almacenamiento temporal de GLP de 110,000 litros volumen agua al 100%, en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener GLP, por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a

65,100.20 kg los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vinculación: En cuanto a las emisiones fijas, éstas deberán ser controladas y en su caso, reducidas mediante la implementación de válvulas de extremo de manguera de baja emisión. En cuanto a las fuentes móviles provenientes de la distribución a través de auto-tanques se deberán controlar las emisiones de acuerdo al programa de verificación.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fundamento y vinculación:

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

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

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

La empresa propiedad de ENE GAS S.A. DE C.V. está sujeta a cumplir con los siguientes artículos:

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

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

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

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

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

Vinculación: ENE GAS, S.A. de C.V. deberá obtener el título de permiso para una capacidad de 110,000 litros al 100% agua, en 1 tanque.

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

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

Fundamento y vinculación:

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

Como se menciona, el a*rtículo 34 Bis*, y en términos del *artículo 95* de la *Ley de Hidrocarburos* son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos, y estarán sujetos a lo previsto en el presente *Reglamento*. Además, los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y disposiciones de carácter general que para tal efecto expida la *Agencia,* al respecto se deberá considerar lo establecido en la **NOM-001-ASEA-2019**, Qué establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial del sector hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los planes de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial del sector hidrocarburos.

Durante el desarrollo del proyecto se pueden generar residuos peligrosos, por lo que su identificación se realizará con base a los siguientes criterios:

> *I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*
> *II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley.*

Vinculación: Para el almacenamiento de los residuos peligrosos la empresa deberá considerar las condiciones indicadas en el a*rtículo 82, 83 y 84*, y de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

En el *apartado II.2.9* y *II.2.10* del *Capítulo II* de la *MIA-P*, se indica el control, manejo y la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y/o residuos de manejo especial que se llevará a cabo.

Reconociendo las características del proyecto de una Planta de Distribución de GLP y tomando en consideración la **vinculación de ésta con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental presentados en la MIA-P** (Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular), se pueden resumir los criterios que marcaron la pauta para

determinar factibilidad del proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.** de la siguiente manera:

Criterios Ambientales:

- ✓ El sitio se considera estratégico por su ubicación geográfica al estar cerca de las carreteras Minatitlán – Mundo Nuevo y Cárdenas – Coatzacoalcos.
- ✓ Se encuentra fuera de centros de población o localidades.
- ✓ Se encuentra fuera de alguna Área Natural Protegida (ANP) de competencia municipal, estatal o federal, sitios RAMSAR o AICAS.
- ✓ El Proyecto se ubica en la Región Ecológica número 18.3, UAB 134 con política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), en esta RE el eje rector de desarrollo es la agricultura, desarrollo social-ganadero, compatible con la actividad pretendida por la empresa.
- ✓ No hay cuerpos de agua cercanos que pudieran provocar inundación o resultar afectados por la operación del Proyecto.
- ✓ El impacto de gas l.p. sobre el ambiente es catalogado menor, considerándolo como una fuente limpia de energía.
- ✓ En las distintas etapas del Proyecto, la empresa no realizará ningún proceso de transformación y/o aprovechamiento de los recursos naturales, sólo se dedicará a actividades comerciales que involucran el almacenamiento temporal y trasvase de gas l. p.

Criterios Socioeconómicos

- ✓ La ubicación del Proyecto obedece a la demanda del combustible en la zona por parte de las localidades aledañas. Este combustible es una excelente opción frente a otros al considerar sus propiedades, tales como: portabilidad, alto poder calorífico y bajas emisiones de carbono, además casi la mitad de la demanda de gas l.p. se concentra en el sector residencial, en donde se utiliza para la cocción de alimentos y calefacción principalmente.
- ✓ Se generarán empleos temporales y permanentes en las distintas etapas del Proyecto.
- ✓ Se necesitará de infraestructura y servicios los cuales se obtendrán principalmente de forma regional, contribuyendo así con la derrama económica de la zona.
- ✓ Se favorece el desarrollo económico de las localidades cercanas al Proyecto, al cuales pertenecen tanto al municipio de Moloacán como al de Coatzacoalcos

Criterios Técnicos

- ✓ La superficie del predio de la empresa permite contar con espacio suficiente para realizar las actividades normales durante las distintas actividades del Proyecto.
- ✓ El sitio contará con accesos seguros para prever cualquier eventualidad.
- ✓ El predio está en un área sin viviendas o comercios aledaños, por lo que el Proyecto no compromete la seguridad de la población durante sus diferentes etapas.
- ✓ No existen líneas de alta tensión que crucen el predio de forma aérea o por ductos bajo tierra.
- ✓ No existen ductos de Pemex Refinación Sector Veracruz que atraviesen o estén cercanos al predio del Proyecto.

- ✓ De acuerdo con el plano planométrico, la ubicación de Planta cumplirá con las distancias mínimas externas de la tangente del recipiente de almacenamiento a 100 metros debido a que no se encuentra ningún almacén de combustible externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuela, hospital, iglesia o lugar de reunión.
- ✓ El diseño de los planos y de la memoria técnico-descriptiva del Proyecto cumplen con las especificaciones que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014., "Plantas de distribución de Gas l.p.-Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación".
- ✓ La empresa contará con la suficiente capacidad técnica y con elementos humanos necesarios para el desarrollo del Proyecto en todas sus etapas.
- ✓ Todas las áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales incombustibles.
- ✓ Se ha tramitado la licencia de uso de suelo con número de oficio D.O.P./S.D.U./218/2020, emitida por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Moloacán, Veracruz el 9 de diciembre de 2020
- ✓ El promovente realizará las acciones y/o estrategias necesarias para garantizar la seguridad de las personas, los bienes colindantes, y de la protección del ambiente.

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

⇨ DISEÑO

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", editada por la secretaria de Energía, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 2014.

⇨ SUPERFICIE DEL TERRENO

El terreno que ocupará las instalaciones de la planta es de forma semi-rectangular, y tiene una superficie de 5,554.44 m².

⇨ UBICACIÓN, COLINDANCIAS Y ACTIVIDADES.

Ubicación.

La Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

Colindancias

Las colindancias del terreno que ocupará la Planta serán las siguientes:

- ✓ Al Noroeste en 50.61 metros, con el derecho a vía de la Carretera de acceso.
- ✓ Al Suroeste, en 109.75 metros, con el terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Sureste, en 50.54 metros, con terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Noreste en 109.29 metros con terreno baldío sin actividad.

⇨ URBANIZACIÓN DE LA PLANTA.

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos serán compactas con superficie consolidada, con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales, el piso dentro de la zona de almacenamiento será concreto y contará con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia. Todas las demás áreas libres de la planta de distribución permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como objetos ajenos a la operación de la Planta de Distribución.

Por el lado del sur del terreno se contará con dos accesos de 8.00 metros de ancho cada uno. Uno es usado para entrada y salida de vehículos que tienen acceso al interior de la planta, y el otro, usado de salida de emergencia.

⇨ EDIFICIOS Y COBERTIZOS.

Edificios

Por el lindero Noreste del terreno, se localizarán las construcciones destinadas a las oficinas del personal administrativo, así como también los servicios sanitarios para el personal obrero que labora dentro de la planta de Distribución. La distancia mínima de la zona de trasiego a las construcciones es de 17.76 metros.

Los materiales que serán utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que el techo es losa de concreto, paredes de tabique, con puertas, y ventanas metálicas.

Cobertizo.

En esta planta se tendrán como cobertizo los construidos en el muelle de llenado para los recipientes transportables, tomas de recepción y suministro, para la protección contra la intemperie, accesorios y mangueras, siendo estos de lámina galvanizada y estructura metálica en su techo apoyado sobre columnas metálicas.

- ⇨ **ESTACIONAMIENTO Y TALLER PARA REPARACIÓN DE VEHICULOS.**

Estacionamientos

Por el lindero de Norte del terreno que ocupará la Planta de Distribución se localizará la zona destinada para el estacionamiento interior de los auto-tanques, esta área permanecerá sin techar por lo que su piso está debidamente compactado con terminación de empedrado y cuenta con la pendiente apropiada para el desalojo de las aguas de lluvia. El estacionamiento esta localizados de tal manera que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interrumpa la libre circulación de los demás.

- ⇨ **SERVICIOS SANITARIOS**

a) En las construcciones que se localizarán en el lindero Este del terreno que ocupará la planta se tendrán los servicios sanitarios para el personal obrero. Los cuáles serán construidos con materiales incombustibles, siendo su techo de loza de concreto, con paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas, describiéndose en el plano Civil sus dimensiones, de acuerdo a la norma NOM-001-SESH-2014.

b) El drenaje de aguas negras estará conectado por medio de tubos de concreto de 15 centímetros de diámetro, con una pendiente del 2% a una fosa séptica. La construcción de los servicios sanitarios y fosa séptica cumple con la reglamentación aplicable en la materia.

- ⇨ **ZONA DE ALMACENAMIENTO**

a) Esta planta de distribución contará con un tanque de almacenamiento, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener Gas L.P., el cual cumplirá con las distancias mínimas que especifican la Norma.
b) Se tendrá montado sobre bases de concreto, de tal forma que se pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
c) Contará con una zona de protección consistente de 0.60 metros de altura y 0.20 metros de espesor.
d) Este recipiente tendrá una altura de 2.00 metros medida de su parte inferior a nivel del piso terminado de la zona de almacenamiento.
e) Aun costado del tanque se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, también se cuenta con una escalerilla al frente, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura de instrumental de medición y control.

⇨ MUELLE DE LLENADO

El muelle de llenado se localizará por el lado sur del recipiente de almacenamiento de gas L.P. a una distancia de 7.41 metros. Será construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al mismo. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total: 7.38 metros
Ancho: 4.00 metros
Altura del Piso: 1.20 metros
Altura del techo: 2.70 metros
Superficie: 29.52 m^2

⇨ ÁREA DE CARGA Y DESCARGA DE RECIPIENTES TRANSPORTABLE

El área de carga y descarga de recipientes transportables se localizarán en el lado sur del muelle de llenado, compartiendo esta área con el mismo muelle de llenado. Será construida en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso será de relleno de tierra con terminación de concreto contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al misma.

⇨ ZONA DE REVISION DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

La zona de revisión de recipientes transportables se localizará en el lado sur del muelle de llenado, compartiendo esta área con el mismo muelle de llenado. Estará construida en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al misma.

Esta área solo se utilizará para revisión por lo que no se usara ningún tipo de herramienta para la limpieza ni pintura de recipientes, dado el caso que se requiera limpieza o pintura de recipientes, se enviarán a las áreas establecidas para esta actividad.

⇨ ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

La zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados se localizará en la esquina que forman los linderos Norte de la Planta de Distribución, estará construido en su totalidad de materiales incombustibles; su piso es revestido de concreto.

Las dimensiones de la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados serán las siguientes:

Largo total: 5.00 metros
Ancho: 3.00 metros
Altura del piso: 0.10 metros
Superficie: 15.00 $metros^2$

⇨ RELACIÓN DE DISTANCIAS MINIMAS.

Las distancias mínimas en esta Planta serán las siguientes:

a) De las tangentes del tanque de almacenamiento a:

Límite del predio de la planta de distribución:	21.66 m
Espuela del ferrocarril, riel más próximo:	N.A.
Llenadoras de recipientes transportables:	8.41 m
Plataforma de Muelle de llenado:	7.41 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables:	10.41 m
Zona de venta al público:	N.A.
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	19.65 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución:	N.A.
Piso terminado:	2.00 m
Planta generadora de energía eléctrica:	N.A.
Talleres, incluyendo los de equipo de carburación a GLP:	N.A.
Zona de almacenamiento interno de diésel:	N.A.
Boca de toma de carga y descarga de diésel:	N.A.
Boca de toma de carburación de autoconsumo:	N.A.
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril:	N.A.
Boca de toma de recepción y Suministro:	5.36 m
Vegetación de ornato:	N.A.
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento:	2.36 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.
Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo:	N.A.
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los reparto, auto-tanques o semirremolques.	N.A.

b) De llenadora de recipientes transportables a:

Zona de venta al publico	N.A.
Límite del predio de la planta de distribución:	18.50 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	17.76 m
Boca de toma de recepción y Suministro:	7.79 m
Boca de toma de carburación de autoconsumo:	N.A.
Fuente de calor del sistema de sellado que nos es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.
Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo:	N.A.

c) De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana:

Zona de venta al publico	N.A.
Límite del predio de la planta de distribución:	18.73 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	28.77 m
Talleres, incluyendo los de equipo de carburación a GLP:	N.A.
Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P.:	N.A.

Fuente de calor del sistema de sellado que nos es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.
Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo:	N.A.

d) De bomba y compresor más cercano a:

Límite de sus zonas de protección:	2.36 m

e) De soporte de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	3.50 m

f) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	N.A.

a) Distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de su recipiente de almacenamiento son las siguientes:

Almacén de combustible externo:	N.A.
Almacén de explosivo:	N.A.
Casa habitación:	+ 1000 m
Escuela:	+ 1000 m
Hospital:	+ 1000 m
Iglesia:	+ 1000 m
Lugar de reunión:	+ 1000 m
Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, deposito o suministro propiedad de terceros	N.A.
Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P. para carburación	N.A.

⇨ **PROTECCION CONTRA IMPACTO VEHICULAR**

Para evitar que los siguientes elementos:

a) Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento
b) Compresor y bombas.
c) Soporte de toma de recepción.
d) Soporte de toma de suministro.

Puedan ser alcanzados por un vehículo automotor, estos se encuentran dentro de la zona de almacenamiento y cuenta con una zona de protección consistente en murete de concreto armado de 0.60 metros de altura y 0.20 metros de espesor espaciados a una distancia menor de 1.00 metro entre sí, con la pendiente adecuada para permitir el desalojo de las aguas pluviales. Esta protección estará pintada con franjas diagonales alternadas de color amarillo y color negro.

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

I.1.2. PROYECTO MECÁNICO.

⇨ CARACTERISTICAS DEL RECIPIENTE

a) El recipiente cuenta con las siguientes características:

Construido por:	TATSA
Capacidad en litros agua:	110,000
Año de fabricación:	1999
No. De serie:	TP-1424
Tara:	21,488 kg
Diámetro exterior:	2.67 m
Longitud total:	20.93 m
Forma de los cabezales:	Semi - esféricas

b) El recipiente contará con los accesorios siguientes:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una Conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

⇨ MAQUINARIA

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

a) Bomba

Operación:	Llenado de Cilindros y/o carga de auto-tanques.
Motor eléctrico:	5 C.F
R.P.M	640
Capacidad nominal:	189 L.P.M (50 G.P.M).
Presión diferencial máxima de trabajo	5.00 kg/cm^2
Tubería de Succión	51 mm (2")
Tubería de descarga:	51 mm (2")

b) Compresor

Operación básica:	Descarga remolques -tanques.
Motor eléctrico:	15 C.F
R.P.M	640
Desplazamiento:	39.10 m^3/hr
Relación de compresión	1.49
Tubería de gas – líquido:	76 mm (3”)
Tubería de gas – vapor:	51 mm (2”)

La bomba y el compresor se encuentran ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento cumpliendo con las distancias mínimas que especifica la norma.

La bomba y el compresor, junto con su motor, serán anclados por medio de tornillos a una base metálica y esta a su vez a una base de concreto.

Los motores eléctricos son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobre carga, además se encuentran conectados a “tierra”.

⇨ **TUBERIAS, CONEXIONES Y MANGUERAS.**

Tuberías y conexiones:
Todas las tuberías a instalar para conducir Gas L.P. son de acero cedula 80, sin costura, para alta presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 y donde existen accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 - 210 kg/cm^2 y con tuberías de acero cedula 80.

En el caso donde es necesario instalar accesorios roscados, la profundidad y longitud de las cuerdas, cumplirán con las especificaciones de la NOM-H-22 en vigor, efectuando el empaque con selladores que no sean afectados por el Gas L.P.

Los diámetros de las tuberías instalados son:

Trayectoria	Liquido	Retorno de líquido	Vapor
De tanque a toma de recepción	76 mm	--	51 mm
De tanque al múltiple de llenado.	51 mm	51 mm	---
De tanque a tomas de suministro	76 y 51 mm	51 mm	32 mm

En las tuberías conductoras de gas – líquido y en los tramos en que pueda existir liquido atrapado de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 26 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min., son de 13 mm (1/2”) de diámetro.

Las trayectorias de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento son visibles, sobre el nivel de piso terminado. Para la sujeción y fijación de las tuberías se cuenta con soportes metálicos fabricados con canal de fierro, el contacto del tubo con el canal protegido contra la corrosión con cuenta plástica y felpa.

Prueba de hermeticidad; al sistema de tuberías se le aplicará CO_2 a una presión de 1.5 veces la presión máxima de trabajo o 36.91 kg/cm^2, lo que resulte mayor, durante un tiempo mínimo de 60 minutos, después de la cual se inspeccionará que no haya fugas en uniones de tuberías y conexiones soldadas y roscadas.

Radiografiado; las uniones en tuberías y accesorios se radiografiaron por muestro, por cada soldador, dichos resultados se evaluarán de acuerdo al código ASME sección IX.
El reporte técnico del método empleado, procedimiento y resultado estarán basado en la norma ANSI-B-31.3. El radiografiado estará a cargo de especialistas en la materia.

Mangueras:
Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y a la acción del gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. Se cuenta con mangueras en las tomas de recepción y suministro, estando estas protegidas contra daños mecánicos.

- ⇨ **CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS**

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/cm^2 las que permanecen “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.

Controles automáticos:
A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1 ¼”) de diámetros para el retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y están calibradas para una apertura de 5 kg/cm^2 (71 Lb/in^2).

- ⇨ **MULTIPLE LLENADO, LLENADERAS, BASULAS Y VACIADO DE RECIDUOS.**

Múltiple de llenado.
Se contará con un múltiple de llenado, el cual estará construido con tubería de acero cedula 80, para alta presión de 51 mm (2”) de diámetro, las conexiones en las salidas son roscadas para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm^2. Se tiene a una altura de 1.5 metros en su parte más alta y está apoyando por medio de soportes especiales anclados al muelle de llenado.

El múltiple de llenado contará a la entrada con una válvula de operación manual una válvula de seguridad para el alivio de presiones hidrostáticas de 13mm (1/2”) de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm (1/4”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro.

Llenadoras
El múltiple de llenado contará con tres llenadoras, cada llenadora estará integrada por los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de globo 13 mm de diámetro.
- ✓ una válvula solenoide de para automático de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm de diámetro.

- ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.
- ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

Básculas:
Sobre el muelle de llenado se instalarán tres básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kilogramos con una, con una resolución de 50 gramos, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables, estas básculas están conectadas para su mejor protección a "tierra".

Se contará con una báscula del tipo plataforma con capacidad de 260 kilogramos, con una resolución de 50 gramos, que es usada para el repeso de recipientes transportables, igualmente conectada a "tierra".

Vaciado de gas de los recipientes transportables:
Esta planta contará con un sistema para el vaciado de gas de recipientes transportables, el cual constará de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 metros de altura, además de un múltiple de dos salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado cobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes con fuga o sobrellenado, ubicado todo esto a un extremo del muelle de llenado. La tubería del sistema de vaciado de residuos, será de acero cedula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2 como mínimos, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al tanque estacionario de 32 mm (1 1/4") de diámetro.

Las mangueras que se usarán son especiales para el gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2.

⇨ **TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y CARBBURACION DE AUTOBASTO.**

Tomas de recepción.
La toma para descargar remolques-tanques (recepción) estará localizado al lado oeste de la zona de almacenamiento, el soporte este fabricado de canal encajonado de 152 mm este soporte se encuentra fijo anclado al piso para mejor protección se tiene una extensión de la zona de almacenamiento y para su protección se tiene murete de concreto de 0.60 metros de altura y de 0.20 metros de ancho, estando está a 6.86 metros del recipiente de almacenamiento.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro.

Las tuberías que harán este recorrido, de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, son visibles, cabe señalar que la tubería estará pintada con pintura anticorrosiva.

Tomas de suministro:

Las tomas para cargar autos-tanques (suministro) estará localizada al lado este de la zona de almacenamiento, el soporte estará fabricado de canal encajonado de 152 mm este soporte se encuentra fijo anclado al piso para mejor protección se tiene una extensión de la zona de almacenamiento y para su protección se tiene murete de concreto de 0.60 metros de altura y de 0.20 metros de ancho, estando está a 6.86 metros del recipiente de almacenamiento.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 51 mm (2"), para llegar al tanque de almacenamiento, además estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro para llegar al tanque de almacenamiento.

Las tomas contarán en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
- ✓ una válvula de no-retroceso (liquido).
- ✓ Una válvula de globo recta.
- ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
- ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (liquido)
- ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)
- ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
- ✓ Tapón ACME.

Estos accesorios son de igual diámetro al de las tuberías que los contienen.

Estas tomas, para su mayor protección, estarán fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes y/o auto-tanques al momento de efectuar el trasiego de gas L.P. Se contará en cada toma, con un juego de retrancas para cada auto-tanque o remolque-tanque, un par por llanta, las cuales serán colocadas durante el tiempo en que la unidad permanezca estacionada para efectuar el trasiego del Gas L.P.

- ⇨ **AREA DE COLOCACION DE SELOS DE GARANTIA**

La colocación de sellos de garantía a los recipientes transportables se realizará el área de carga de recipientes trasportables después de comprobar el peso correcto en la báscula de repeso colocada en el mismo muelle de llenado. Los sellos de garantía serán cinturones plásticos y la colocación es mecánica, por lo que requieren la aplicación de calor.

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

I.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

⇨ ROTULOS DE PREVENCIÓN, PINTURA DE PROTECCION Y COLORES DE IDENTIFICACIÓN.

El tanque de almacenamiento estará pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo, cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también tendrá inscrito con caracteres no menores de 25 centímetros, la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa.

Todas las tuberías serán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son; de blanco las que conducen gas en su fase liquida, blanco con franja de color verde las que retornan gas –liquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas en su fase vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las que conducen aire o gas inerte.

Los muretes de concreto de la zona de protección, así como topes y defensas que se encuentren en el interior de la estarán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

En el recinto de la planta se encontrarán instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas que establece la NOM-001-SESH-2014 en su apartado 4.4 sin prejuicio de los requisitos de señalización establecidos en la NOM-0026-STPS-2008 o la que en su casa la sustituya.

⇨ SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES.

Como medida de seguridad y como prevención contra algún incendio, se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo ABC, manuales y de 9 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en toma de recepción.
- ✓ Uno en la toma de suministro
- ✓ Dos en la zona de almacenamiento
- ✓ Dos en el muelle de llenado de recipientes transportables
- ✓ Uno en bomba y compresor para gas L.P.
- ✓ Dos en estacionamiento de auto-tanques.
- ✓ Dos en oficinas.
- ✓ Uno en servicios sanitarios.

Se contará con dos extintores de Bióxido de Carbono (CO_2), manuales y de 11 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en el tablero eléctrico
- ✓ Uno en cuarto de equipo del sistema contra incendio.

Se contará con extintor del tipo carretilla con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC, en la zona de almacenamiento.

La determinación de la cantidad y capacidad de extintores necesarios en las diferentes áreas que integren las planta, se hizo siguiendo el procedimiento de cálculo de unidades de riesgo “UR” presentes en cada área que se determina en el inciso 4.2.4.3 de la NOM-

001-SESH-2014, clasificándolas de acuerdo con el riesgo, los factores determinados, así como las unidades de capacidad de extinción asignándolas a los diferentes tipos y capacidad de extintores, dan los siguientes resultados:

Lugares donde estarán colocados los extintores están señalados de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008, la ubicación de estos extintores es visible y de fácil acceso, a una altura de 1.50 m medida del piso a la parte más alta del extintor, de fácil sujeción y colocación para ser usados.

- ⇨ **EQUIPOS DE SEGURIDAD**

A la entrada de la planta se tendrá un anaquel con artefactos matachispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que ingresan a la misma, así como también se contará con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

Se contará con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad; esta será operada solamente en caso de emergencia, probándose su funcionamiento con periodicidad de tiempo.

Se contará con un gabinete colocado en el área del equipo contra incendio, con dos trajes especiales para el personal encargado de respuesta ante un siniestro o contingencia, cada uno constará de:

- ✓ Casco con protección facial
- ✓ Botas
- ✓ Guantes
- ✓ Pantalón
- ✓ Chaquetón para bombero
- ✓ Todo el equipo será a base kevlar o material equivalente.

- ⇨ **HERRAMIENTAS Y ROPA DE LOS OPERARIOS**

En las áreas clasificadas por la Norma como Clase I, División 1 y 2, se utilizarán herramientas anti-chispas y equipos adecuados para el uso de ellas, a menos que en dichas áreas de trabajo se detecte que el ambiente no contiene vapores de gas en cantidad mayor al 20% del límite inferior combustible.

Los operarios utilizaran ropa de algodón, no permitiéndose el uso de zapatos con protectores metálicos, ropa de nylon o similares, peines u otros objetos de plástico capaces de generar electricidad estática.

Los medios de iluminación y lámparas de mano utilizadas, serán de acuerdo al área, quedando prohibida cualquier tipo de iluminación a base de fuego.

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias IMMS cercana, etc. Contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas se darán las

instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.

Manejo de agua a presión:

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

Cisterna de seguridad de 50.00 m^3 de agua con las siguientes medidas: 4.00 x 3.00 y altura de 2.50 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en planta de 4.00 x3.00 altura de 2.5 metros, contará con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba con motor de combustión de 18 H.P. y gasto de 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm^2.
- ✓ Una bomba con motor eléctrico de 20 H.P. y gasto 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm^2.

Red distribuidora, construida con tubo de PVC para 11.2 Kg/cm2; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm^2. La red que alimenta al sistema de enfriamiento iniciará su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 76 mm de diámetro. Este sistema alimentará a los siguientes componentes:

- ✓ Dos hidrantes y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.
- ✓ La tubería es de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible.

Tubería y elementos de rociado para el tanque:

El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.

El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 $Kg/cm^{2.}$

Entrenamiento personal:

Una vez en marcha el sistema contra incendios, se procederá a impartir un curso de entrenamiento personal, que abarcará los siguientes temas:

- ✓ Posibilidades y limitaciones del sistema.
- ✓ Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- ✓ Uso de manuales.
- ✓ Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
- ✓ Interpretación de las alarmas
- ✓ Uso de accesorios de protección.
- ✓ Uso de los medios de comunicación.

- ✓ Cierre de válvulas energéticas de gas.
- ✓ Corte de electricidad.
- ✓ Uso de extintores.
- ✓ Uso de hidrantes como refrigerantes.
- ✓ Operación manual y automática del rociado a tanque.
- ✓ Ahorro de agua.
- ✓ Mantenimiento general y su periodicidad.
- ✓ Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- ✓ Mantenimiento correctivo

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

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

El proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.** con pretendida ubicación en La Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al municipio de Moloacán, Veracruz. - desarrollará un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucrará reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (***GLP***) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del ***GLP*** a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples de los recipientes de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción o suministro*, tal como se establece en su numeral **3.59** de la NOM-001-SESH-2014.

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

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

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

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

Básicamente el proceso operativo de la *instalación* iniciará con la recepción del ***GLP*** con la descarga de los ***semirremolques***, posteriormente se lleva a cabo su almacenamiento temporal por medio del ***recipiente de almacenamiento***, después realiza el suministro a tanques estacionarios mediante ***auto-tanques***.

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

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

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

Procedimiento de descarga de semirremolques.

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

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

- El chofer estaciona el ***auto-tanque*** en la toma de recepción-suministro, donde el operador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:
- Verifica que las llaves de encendido del motor del ***auto-tanque*** no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el por ciento de gas que tiene el ***auto-tanque*** (contenido sobrante con el que regresó de ruta).

- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el ***auto-tanque***, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto-tanque, para que éste alcance el 90% de su capacidad.
- Coloca la palanca indicadora del medidor de nivel que se desee y dejará la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.
- Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.
- Establece la continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo ***auto-tanque*** por llenar.
- Verificar que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el ***auto-tanque***, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el ***auto-tanque***, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Oprime el botón energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de ***auto-tanque***.
- Retira las calzas de las llantas del ***auto-tanque***. Revisa en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas.
- El operador da aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a dicho ***auto-tanque***.

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

- El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico. El chofer del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, y descarga los recipientes vacíos.
- Posteriormente el personal de llenado selecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al fondo de reposición de recipientes transportables.
- Los recipientes transportables que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente, pasan al área de carga, para estibarlos en el camión repartidor.
- Finalmente sale de la *instalación* para realizar el reparto domiciliario.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques del proceso operativo que se desarrollará en la Planta de Distribución de GLP propiedad de ***ENE GAS S.A. DE C.V.***

Planta de Distribución de GLP
"**ENE GAS S.A. DE C.V.**"
Veracruz.

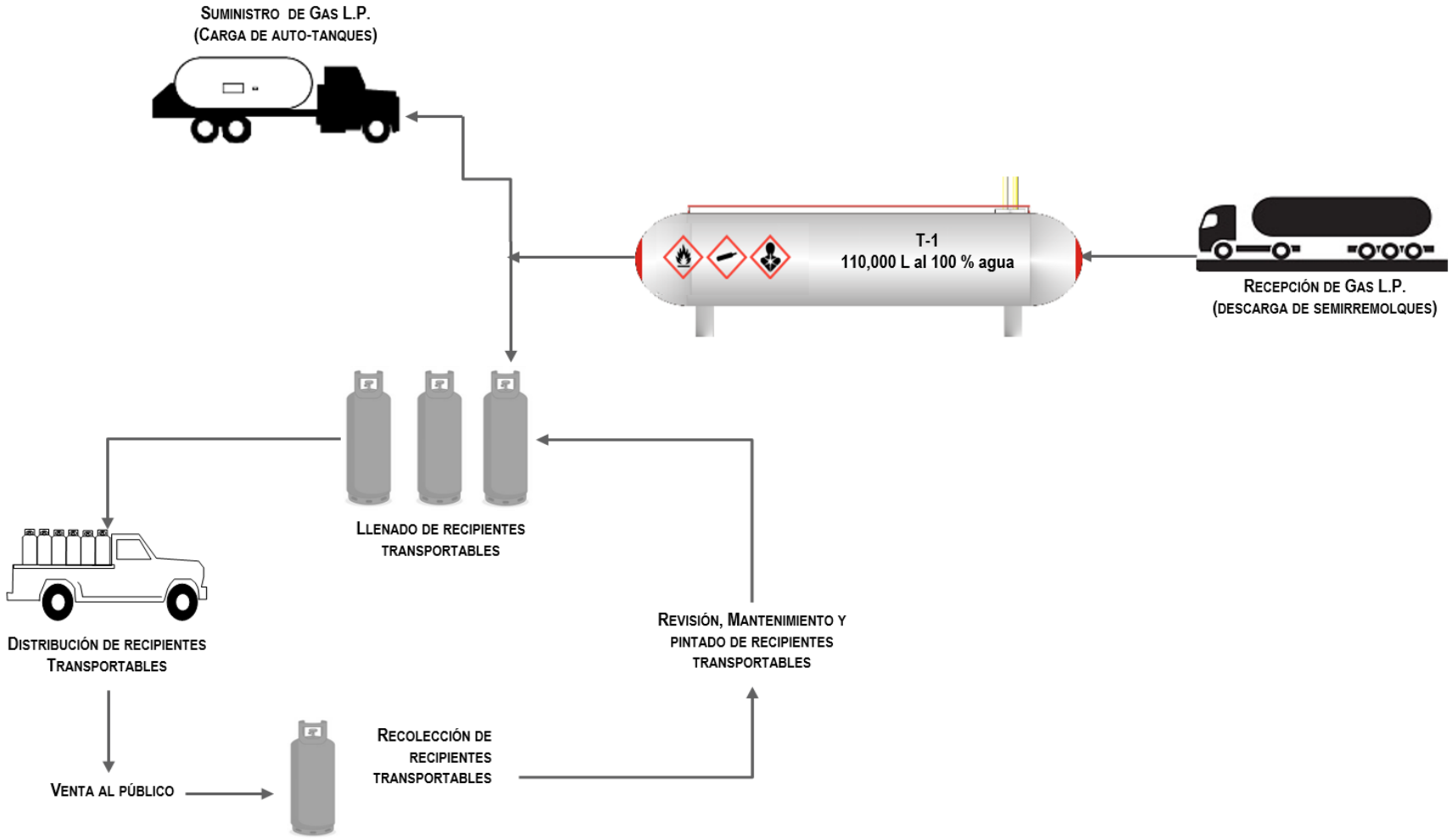


Figura. I.8. Diagrama de bloques del proceso de la planta de distribución de GLP

Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación de una planta de distribución de GLP es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, por lo que la única sustancia que se manejará es el GLP con una capacidad total de almacenamiento de **110,000 litros volumen agua al 100% (65,100.20 kg), los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.**

La capacidad total de almacenamiento en la planta de distribución de GLP se distribuirá en **un tanque** de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.

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

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

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

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

A continuación, se presentan las características técnicas más importantes del GLP dentro de lo que será la Planta de Distribución de GLP propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.:**

Tabla I.9. Manejo del GLP dentro de la planta de distribución

ENE GAS S.A. DE C.V.		
Nombre químico de la sustancia		Gas Licuado de Petróleo
No. CAS		68476-85-7
Riesgo químico	**Corrosivas**	-
	Reactivas	0
	Explosivas	-
	Toxicas	1
	Inflamables	4
Flujo en operación		El flujo de operación
Concentración		De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del GLP 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.
Cantidad máxima de almacenamiento		La capacidad total de almacenamiento de la planta será de 110,000 litros volumen agua al 100% (65,100.20 kg)
Tipo de almacenamiento		La planta contará con un solo recipiente de almacenamiento temporal de GLP, de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.
Cantidad de reporte		50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Capacidad máxima de producción		La principal actividad será la comercialización del GLP. y no la producción del mismo.

I.2.1. Hojas de seguridad

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

I.2.2. Almacenamiento.

El recipiente cuenta con las siguientes características:

Construido por:	TATSA
Capacidad en litros agua:	110,000
Año de fabricación:	1999
No. De serie:	TP-1424
Tara:	21,488 kg
Diámetro exterior:	2.67 m
Longitud total:	20.93 m
Forma de los cabezales:	Semi - esféricas

El recipiente cuenta con los accesorios siguientes:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

Se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores a los recipientes en los términos que marca la NOM-013-SEDG-2002 y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

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

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares

ENE GAS S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	**Características**		**Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención**	**Tiempo estimado de uso**	**Localización**
Tanque de almacenamiento	Construido por:	TATSA	- Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro. - Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro. - Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro. - Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque. - Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3”) de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una. - Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM). - Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una. - Una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una. - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón. - Una conexión soldable al tanque para cable a “tierra”. Además, se contará con: - Sistema de aspersión - Un extintor tipo carretilla de polvo químico seco clase ABC, con capacidad de 50 kg cada uno. - Dos extintores de PQS de 9 kg.	30 años El tanque deberá contar con un dictamen de conformidad con la ***NOM-013-SEDG-2002*** *Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso.* Se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca la Norma y obtener los dictámenes para la evaluación de conformidad para poder seguir operando. - A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años. - Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa. - Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.	Se encontrará dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento. La cual está protegida con muretes de concreto de 20 cm de ancho y una altura de 60 cm sobre el NPT.
	Capacidad en litros agua:	110,000			
	Año de fabricación:	1999			
	No. De serie:	TP-1424			
	Tara:	21,488 kg			
	Diámetro exterior:	2.67 m			
	Longitud total:	20.93 m			
	Forma de los cabezales:	Semi - esféricas			

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares (Continuación)

ENE GAS S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	**Características**		**Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención**	**Tiempo estimado de uso**	**Localización**
Bombas I (Llenado de auto-tanques)	Operación:	Llenado de Cilindros y/o carga de auto-tanques.	La bomba se encontrará ubicada dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento cumpliendo con las distancias mínimas que especifica la norma. La bomba, junto con su motor, serán anclados por medio de tornillos a una base metálica y esta a su vez a una base de concreto. Los motores eléctricos deberán los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobre carga, además se encontrarán conectados a “tierra”. A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1 ¼”) de diámetros para el retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y están calibradas para una apertura de 5 kg/cm^2 (71 Lb/in^2). Además, se contará con: - Guardas de protección, - En el área de las bombas se cuenta con 8 extintores.	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.	La bomba y compresor estarán ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento que es de muretes de concreto de 0.60 metros de altura y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
	Motor eléctrico:	5 C.F			
	R.P.M	640			
	Capacidad nominal:	189 L.P.M (50 G.P.M).			
	Presión diferencial máxima de trabajo	5.00 kg/cm^2			
	Tubería de Succión	51 mm (2”)			
	Tubería de descarga:	51 mm (2”)			
Compresor I (Descarga de remolques tanques)	Operación básica:	Descarga remolques - tanques.	El compresor se encontrará instalado entre coples flexibles y contarán con: - Guardas de protección. - Válvula de alivio de presión. - Tubería de desfogue, cuya descarga no se dirige a ningún elemento de la planta. - Válvula de purga de líquido de la trampa de los compresores. Los compresores, junto con sus motores, se encontrarán montados en una base metálica, la que a su vez se fijará mediante tomillos anclados a otra base de concreto. Además, se contará con: - En el área de los compresores se cuenta con 2 extintores. - Guardas de protección,		
	Motor eléctrico:	15 C.F			
	R.P.M	640			
	Capacidad Nominal	473 L.P.M (125 G.P.M.)			
	Desplazamiento:	39.10 m^3/hr			
	Relación de compresión	1.49			
	Tubería de gas – líquido:	76 mm (3”)			
	Tubería de gas – vapor:	51 mm (2”)			

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares (Continuación)

ENE GAS, S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	***Características***		***Dispositivos de seguridad***	***Tiempo estimado de uso***	***Localización***
Bomba acoplada a motor de combustión	Gasto	1,500 L/min	- Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Conexión a la red de tierras - Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua	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.	Este equipo se encontrará ubicado en la caseta de equipo contra incendio.
	R.P.M.	3,500			
	Potencia	18 H.P.			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	5.0 kg/cm²			
Bomba acoplada a motor de eléctrico	Gasto	1,500 L/min	- Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Conexión a la red de tierras - 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		
	R.P.M.	3,500 L/min			
	Potencia	20 H.P.			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	5.0 kg/cm²			
Transformador eléctrico	Cuchilla	3 cuchillas fusibles 1F, 14.4 KV	La alimentación eléctrica se tomará de la línea de alta tensión de CFE que pasa sobre la carretera de acceso, con una tensión de 13.2 KV y de la que se tomó 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 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 medición.	-	El poste se encontrará en el límite de la planta.
	Apartarrayos auto valvulares:	1F, 12 KV			
	Capacidad	45 KVA			

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares (Continuación)

ENE GAS, S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	***Características***		***Dispositivos de seguridad***	***Tiempo estimado de uso***	***Localización***
Sistema de vaciado de recipientes transportables	Capacidad	1,000 litros al 100% agua	- Tubo de desfogue de 4.50 m de altura - Conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2 - Múltiple de dos salidas - Las mangueras que se usarán son especiales para el gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2.		Ubicado a un extremo del muelle de llenado de recipientes transportables. .
	Material	Acero cedula 80 para alta presión			

A continuación, se adjunta el plano "Localización general de quipos de proceso y servicios auxiliares".

I.2.4. Pruebas de verificación.

El presente proyecto se apega a los lineamientos que señala 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 2014. De conformidad con esta norma el proyecto deberá de considerar la ejecución de las siguientes pruebas:

De conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**, el proyecto deberá contar con los siguientes dictámenes:

- Conforme al numeral **4.2.2.2.1,** se establece que, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, el recipiente de almacenamiento deberá contar con un dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que es apto 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 del recipiente de almacenamiento cuente 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 el 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 la puesta en operación del recipiente de almacenamiento, debe revisarse por inspección visual, si el recipiente de almacenamiento presenta los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en cuyo caso debe efectuarse la reparación:

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

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

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

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de: la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya; la prueba hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

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

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. Cuando en el resultado de la medición la profundidad sea mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada, ésta deberá ser reparada.

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

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

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

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

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

Se cuenta con los siguientes dictámenes técnicos.

- Conforme al numeral **4.2.3.1** y de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012** *de la memoria técnico descriptiva y plano eléctrico,* se cuenta con el dictamen de verificación emitido el 01 de junio de 2020 por la UVSEIE 474-A Ing. Humberto E. Gonzales Ortiz.

Se adjunta en Apartado D, los dictámenes de conformidad con la NOM-001-SESH-2014 y con la NOM-001-SEDE-2012.

I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

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

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

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

Por lo anterior, en las ***instalaciones*** se lleva a cabo el almacenamiento del ***GLP*** a temperatura ambiente y a una presión superior a la atmosférica que oscila en un rango de 6 a 10 kg/cm^2. Sin embargo, es importante considerar que, en el caso del ***recipiente de almacenamiento***, al interior de este se encuentra en equilibrio tanto la fase líquida como la fase vapor del ***GLP***, y según la curva de saturación presión - temperatura, a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor (***Figura I.9***).

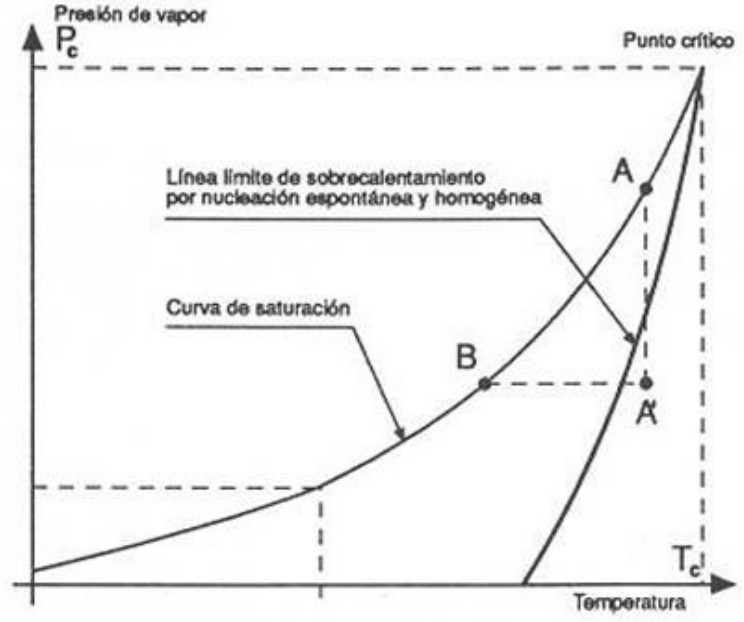


Figura. I.9. Curva de saturación presión-temperatura

De igual manera, en el caso del transporte que se hace del GLP, desde que se recibe éste mediante los ***semirremolques***, hasta su ***trasiego*** a los ***auto-tanques***, se hace mediante el ***sistema de trasiego***. De forma que las tuberías se encuentran diseñadas para soportar una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2, en tanto que la operación de trasiego se efectuará en un rango de 7 a 10 kg/cm^2.

Por lo que básicamente la presión del GLP está en función de la temperatura, por lo que se esperaría un rango de presión de acuerdo a las temperaturas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00030107 Minatitlán periodo 1951-2010.

- Temperatura máxima normal (anual): 30.6°C
- Temperatura media normal (anual): 25.6°C
- Temperatura mínima normal (anual): 20.6°C

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

- Presión de vapor en función de la $T_{máx}$: 6.4206 bar
- Presión de vapor en función de la T_{med}: 5.6184 bar
- Presión de vapor en función de la $T_{mín}$: 4.8917 bar

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

- Toma de recepción (descarga de ***semirremolques***).
- Toma de suministro (suministro a ***auto-tanques***).
- Zona de almacenamiento (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 110,000 litros agua al 100 %).
- Muelle de llenado (llenado de ***recipientes transportables*** de ***GLP***).

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

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

En la ***instalación*** se contará con tres corrientes:

- La línea de llenado (el GLP viaja en estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.
- Línea de retorno de vapores (el GLP se regresa en forma de vapor) y está identificada por el color amarillo ocre.
- La línea de retorno de líquido (el GLP se puede encontrar en dos fases en esta tubería en estado líquido y vapor al mismo tiempo) se identifica por el color blanco con franjas verdes a lo largo de la tubería.

Balance de materia.

Un balance de materia se basa en los principios de conservación de la materia y la energía, asimismo sirve para determinar los flujos de las diversas corrientes con sus respectivas composiciones y temperaturas, brinda información detallada sobre el funcionamiento de los equipos dentro del proceso, incluso las propiedades de las corrientes involucradas.

En el caso del proyecto de Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.** – como parte del proceso operativo de la misma, se llevará a cabo únicamente operaciones de ***trasiego***, sin la necesidad de involucrar reacciones químicas u operaciones unitarias, asimismo no se válida la necesidad de conocer las sustancias involucradas – composición de las corrientes, puesto que se sabe que sólo se maneja el ***GLP***, siendo este de una composición de 60 – 40 molar de la mezcla de gas propano y gas butano (de

acuerdo a lo reportado en la hoja de datos de seguridad de PEMEX) y que dicha composición no se alterará durante las operaciones de ***trasiego***.

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

En otras palabras, la actividad que se realizarán en la planta de Distribución de Gas L.P. será un proceso que opera de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambia a través del tiempo, dependiendo de la cantidad de auto-tanques 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:

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GLP
"ENE GAS S.A. DE C.V."
MOLOACÁN, VERACRUZ.

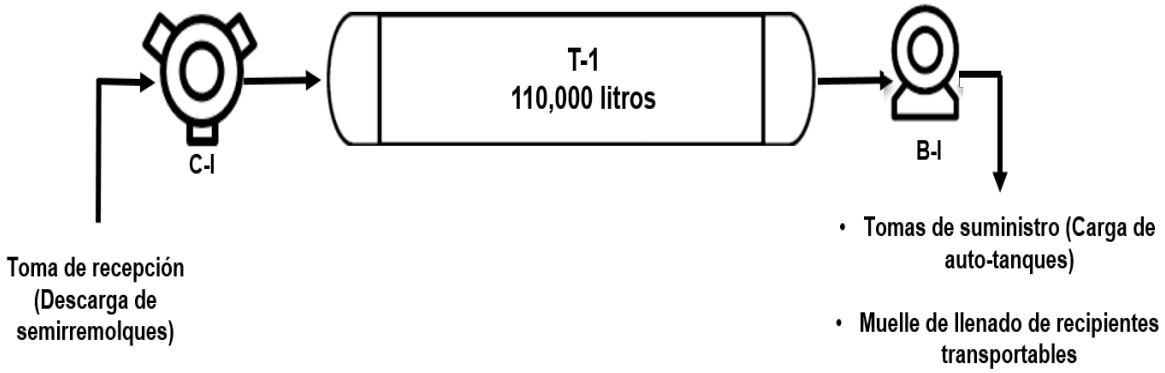


Figura. I.10. Diagrama de flujo de proceso

A continuación, se adjunta plano **"Esquematización de las entradas y salidas de la planta de distribución de Gas L.P."**

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

El proyecto de la planta divide su carga en renglones principales:

A	Fuerza para servicio del sistema contra incendios con una carga de 17,553 watts y un factor de demanda del 100% lo que significa:	17,553 w
B	Fuerza para la operación de la planta con una carga de 13,164 watts y un factor de demanda del 100% lo que significa:	13,164 w
C	Alumbrado, con una carga de 8,220 watts y un factor de demanda del 60% lo que significa:	4,960 w

Watts Totales:	35,637 w
Factor de Potencia:	0.90
KVA máximos:	39.60

Tomando en cuenta la demanda máxima en KVA, se seleccionó el transformador de capacidad inmediata superior, o sea, 45 KVA.

La alimentación eléctrica se obtendrá de la línea de alta tensión de CFE que pasa que pase sobre la carretera de acceso, con una tensión de 13.2 KV y de la que se tomará una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego tres cuchillas fusibles 1F, 14.4 KV y un juego de tres aparta–rayos auto–valvulares 1F, 12 KV llevando la línea hasta el límite de la planta mediante postes de concreto C-11-450 equipado con estructuras "T", rematando en un poste C-11-700 en el cual se instaló mediante la plataforma del transformador con su equipamiento en tres fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y aparta rayos auto-valvulares 12 KV, protegiendo la salida de B.T. con interruptor termo-magnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la planta por trayectoria subterránea.

⇨ **Tablero principal:**

Se colocará un tablero principal próximo a la acometida por el lindero Noroeste tablero estará formando por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y ostentan los siguientes componentes:

- Un tablero de alumbrado de 20 circuitos con interruptor principal de 3 x 70 amps.
- Una combinación de interruptor termo-magnéticos de 3 x 30 Amps con arrancador magnético a tensión plena para motor de 5.0 HP, (Bomba).
- Una combinación de interruptor termo-magnéticos de 3 x 100 Amps con arrancador magnético a tensión plena para motor de 5.0 HP, (Compresor).

⇨ **Alimentación del sistema contra incendio**

Dentro de la caseta de máquinas del sistema contra incendio se ubicará el interruptor sub – general SG-1 que alimenta al arrancador a tensión reducida del motor de la bomba contra incendio y a los servicios de alumbrado y se recarga de baterías.

⇨ **Derivaciones hacia motores**

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

⇨ **Tipos de motores**

Todos de motores instalados en el área considerada como peligrosa, son aprueba de explosión clase I, Grupo “D” los restantes son del tipo TCCV.

⇨ **Control de motores:**

Todos los motores instalados en el área peligrosa se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicadas según indica en plano. Los conductores de estas botoneras, son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizado canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

⇨ **Alumbrado exterior:**

El alumbrado general está instalado en postes con unidades NEMA1, vapor de sodio 4001w con altura de 9.00 metros, 220 V., los postes para alumbrado están protegidos con guardas de concreto de 1.00 metros de altura contra daños mecánicos. El alumbrado del muelle de llenado está instalado en la techumbre correspondiente con unidades a prueba de explosión, incandescentes, 200 W y 127 V.

⇨ **Control de Llenado de cilindros:**

El control de llenado de cilindros se realiza por medio de interruptores de capsula de mercurio, colocados en las basculas, para accionamiento de las válvulas solenoides correspondientes. Ambos elementos en receptáculos a prueba de explosión 127V, 40W.

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se consideran áreas clasificadas a las superficies contenidas junto al tanque de almacenamiento, zona de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal y/o vertical de 4.60 metros a partir de los mismos, por lo anterior, en estos espacios se usan solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes,

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

I.3.2. Sistemas de aislamiento.

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

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

Sistema General de Conexiones a Tierra

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

En el plano Eléctrico **(Ver Apartado F)** se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

Los equipos conectados a “tierra” serán: tanque de almacenamiento, bomba, compresor, toma de suministro, toma de recepción, múltiple de llenado, tuberías, trasformador, tablero eléctrico, estructuras metálicas y todos los equipos que se encuentren presentes, y que se menciona en el Artículo 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

En su diseño y construcción se establecerá un sistema de tierras para el área de trasiego y tanque de almacenamiento que garantizarán el buen funcionamiento del sistema y por lo tanto evitará la acumulación de cargas estáticas que debido al tipo de producto que se maneja sería sumamente peligroso. Además de cumplir con los requisitos de las normas, NOM-001-SEDE-2012.

I.3.3. Pintura como medio de protección contra la corrosión.

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

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

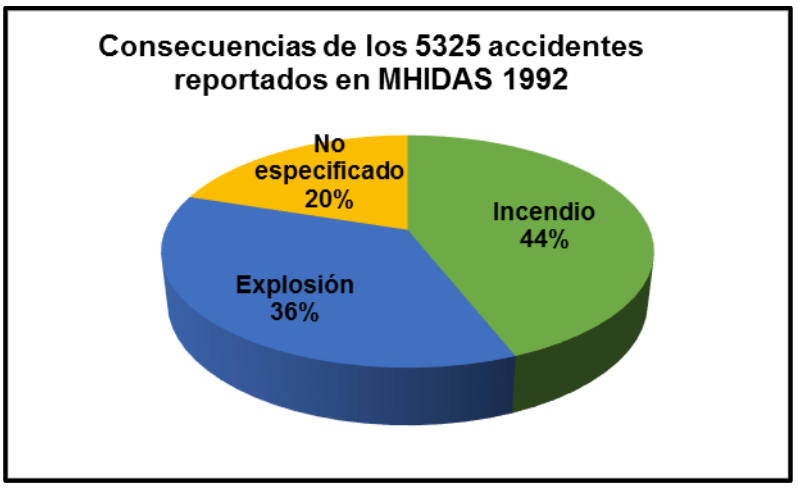
Pese a lo señalado, como parte de las prácticas de seguridad con el fin de prevenir situaciones que propicien una fuga de GLP, **ENE GAS S.A. DE C.V.** ha considerado la elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo de la *instalación*, en el cual se consideren las áreas de mayor riesgo, así como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

1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

1.4.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

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

De acuerdo a la MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) de julio de 1992 se reportaron 6128 casos de incidentes de los cuales 5325 resultaron accidentes donde 940 involucraron gas licuado presurizado es decir que el 17.65 % de los accidentes involucraron gas licuado. A continuación, se presentan los datos más relevantes de acuerdo al "*Historical analysis of accidents in chemical plants and in transportation of hazardous materials".*



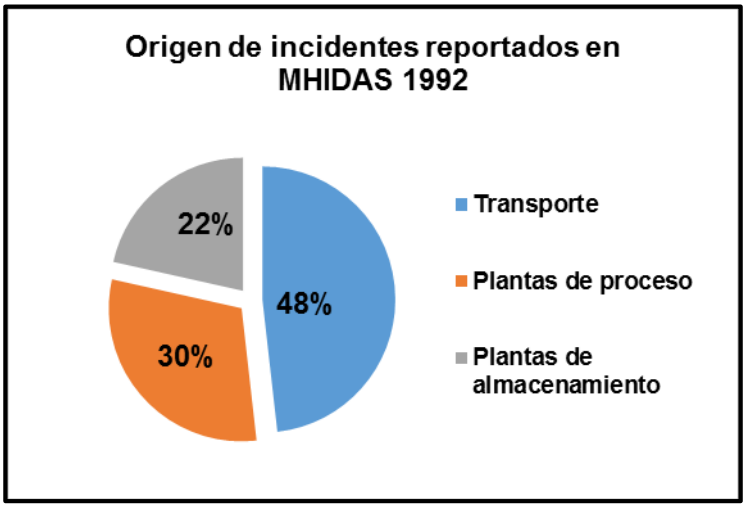
A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

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

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

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

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



Actualmente la MHIDAS 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:

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

Causas específicas por impacto:

X. Vías de ferrocarril 35.2 %.

XI. Carreteras 25.1 %.
XII. Otro vehículo 12.7 %.
XIII. Objeto pesado.
XIV. Proyectil.
XV. Grúa.
XVI. Equipo de excavación.
XVII. Colisión entre barcos.
XVIII. Colisión entre barco y tierra.

Causas específicas por falla mecánica:

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

Causas específicas por factores humanos:

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

Causas específicas por fallo de instrumentación:

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

Causas específicas por falla de servicios:

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

Causas específicas por reacción violenta:

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

Causas específicas por factor externo:

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

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

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

- Mangueras.
- Válvulas.
- Bomba.
- Compresor.
- Tubería.
- Tanque presurizado.

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

ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.

ENE GAS S.A. DE C.V., es una organización que se dedicará a la distribución de Gas L.P. en México. La operación de su planta de Distribución de Gas L.P. en el Municipio de Moloacán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave contará con una capacidad máxima de almacenamiento de 110,000 de litros al 100 % agua, distribuido en 1 tanque cilíndrico horizontal.

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 1984 entre otros a nivel mundial.

Tabla I.11. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares

No.	Año	Ciudad y/ o País	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	19/11/1984	San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México	2 esferas de 2,400m^3. 4 esferas de 1,600m^3, 4 cilindros de 270m^3. 14 cilindros de 180m^3, 21 cilindros de 36m^3. 6 cilindros de 54m^3. 3 cilindros de 45m^3. El cuarto de control, la casa de bombas y las bombas contraincendios.	Gas LP. Todos los tanques contenían esencialmente propano y butano presurizados.	Explosión de varios de los contenedores de gas LP que produjo un incendio de una magnitud tal que los efectos continuaron manifestándose durante varios días posteriores, aún en la zona residencial aledaña. El accidente ocurrió a 20 km hacia el norte de la ciudad de México donde Pemex tenía un almacenamiento y centro de distribución grande de GLP.	No existe información clara que explique el inicio del accidente. Se cree que uno de los contenedores de 54 m^3 fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20 cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas. Los registros definitivamente mostraron una disminución en la presión iniciando a las 5:10.	La explosión dejó un cráter de 200 m de radio con, oficialmente, 503 personas muertas y 7,000 heridas y con cerca de 1 km de radio de afectación a viviendas.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	López-Molina, Antioco, Vázquez-Román, Richart, & Díaz-Ovalle, Christian. (2012). Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. *Información tecnológica*, *23*(6), 121-128. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000600013
2	22/01/1997	Tijuana. México	Compañía de Gas de Tijuana centro de distribución en el boulevard Lázaro Cárdenas sin número y boulevard Federico Benítez López, delegación La Mesa.	Propano.	Explosión en una planta de distribución de gas licuado.	Las tuberías, incluyendo la tubería de expansión, que era parcialmente subterránea, se rompieron como consecuencia de la corrosión externa. Esto causó varias fugas de gas licuado en el suelo.	Falleció un trabajador y otro sufrió lesiones considerables.	No proporcionado.	Gaceta Parlamentaria, Número 3875-VI.

Tabla I.11. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

No.	Año	Ciudad y/ o País	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
3	2000	Naucalpan	Patio de la empresa Regio Gas	Gas L.P.	Explosión de 11 pipas con capacidad de 500 a 12 mil 500 litros de gas licuado de petróleo (LP)	El conductor de la pipa placas KN60975 cargaba el combustible y al mover la unidad, que contenía 5 mil 500 litros, ésta sufrió una avería, por lo que el al percatarse de lo ocurrido el chofer intentó salir rápidamente perdiendo el control de la pipa, la cual se impactó contra un muro de la gasera, sobre avenida Ingenieros Militares.	Más de mil abandonaron sus hogares en las colonias Ahuizotla, en Naucalpan, y de San Miguel Tlaltenango, en la delegación Azcapotzalco.	El accidente ocurrió a las 10:30 horas y fueron desalojadas 150 familias de los alrededores de la planta, ubicada en la avenida Ingenieros Militares, colonia San Lorenzo Tlaltenango. No hubo lesionados y la gasera sigue operando en la zona	Gaceta Parlamentaria, Número 3875-VI. https://www.jornada.com.mx/2000/03/13/est5.html
4	17/09/01		El accidente involucró al tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP, la cual consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m^3 cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m^3 cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m^3.	Gas L.P.	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	La liberación de Gas LP ocurrió durante las operaciones de desmantelamiento de una de las dos válvulas de relevo para realizar la prueba periódica de eficiencia. La presión en el tanque fue de 18 bars. Cerca de las 11am., después de inhabilitar la válvula, un trabajador de mantenimiento comenzó a desatornillar la válvula. En un momento durante el aflojamiento de la conexión de la válvula y la tubería de descarga a la que estaba conectado, estas fueron proyectadas y comenzó la liberación violenta de Gas LP en fase gas del tanque. La liberación continuó sin algún otro suceso asociado hasta que la brigada de bomberos municipal interrumpió la liberación sellando la base de la válvula. De acuerdo con el gerente de seguridad de la compañía, aproximadamente 12.5 toneladas de Gas LP fueron liberadas.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	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. La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica.	

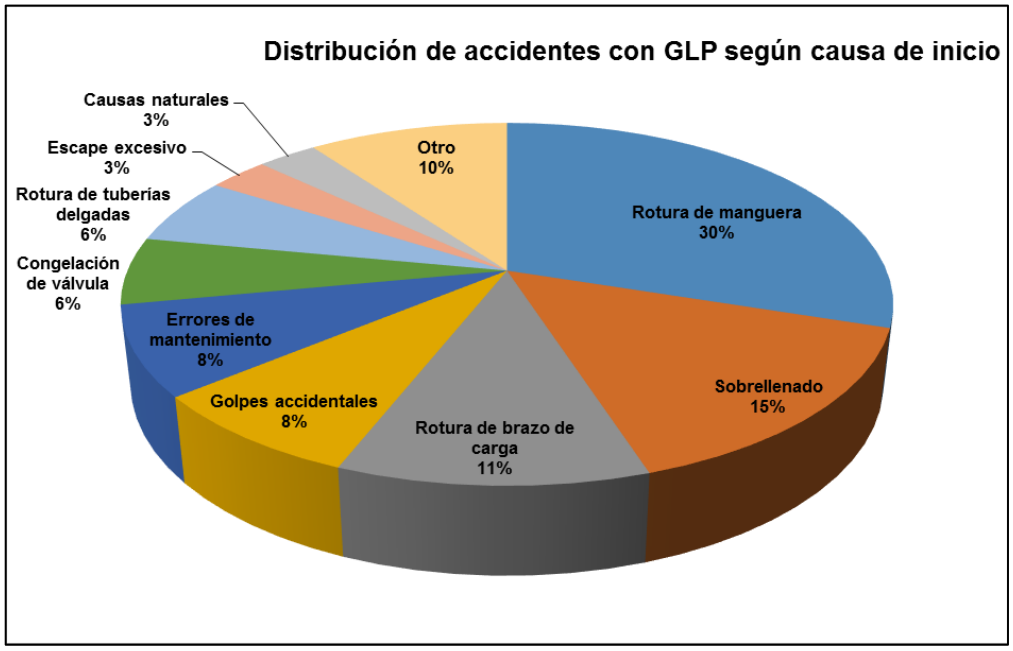
Tabla I.11. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

No.	Año	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
4	15/03/96	Liberación de propano durante la descarga de un semirremolque (35 m^3) a la instalación fija a través de una manguera.	Propano	Liberación accidental de propano, ignición y explosión de la nube de vapor debido a causas todavía no establecidas. Ignición y explosión de la nube de vapor formada.	El accidente ocurrió cuando un trabajador de la compañía descargaba propano de un semirremolque (~35 m^3) 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 agrieto 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 provoco el desplome del techo de una casa unifamiliar cercana. El fuego, además de destruir los dos motobombas de los bomberos, afectó a 2 otros semirremolques que contenían 12 y 35 m^3 de propano y a un semirremolque vacío (12 m^3), así como a 2 carro-tanques del ferrocarril que esperaban para descargar (capacidad 70 m^3).	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	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.

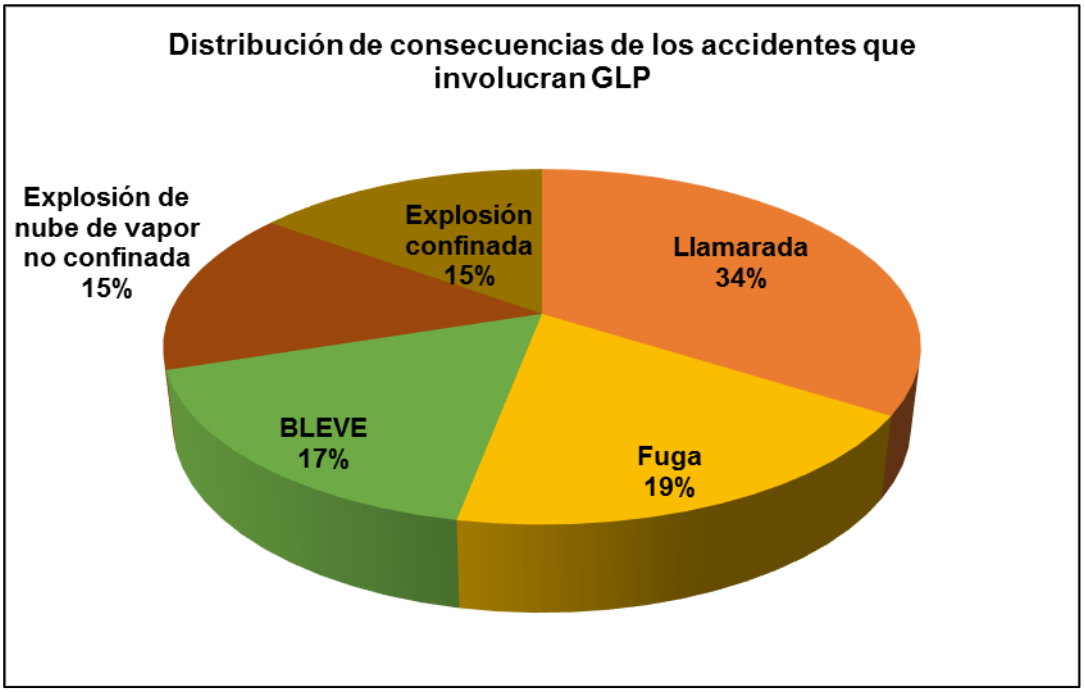
Tabla I.11. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

No.	Año	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
5	19/07/96	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierta a la atmósfera) con el rack de tuberías se abrió espontáneamente, o que la causa del accidente fue una falla del mecanismo de control de la válvula.	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).	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m^3	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 m3, 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.	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.
6	**26/01/98**	Planta de suministro de gas licuado LP	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	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.	Un bombero sufrió la congelación menor de una mano.	Después del inicio dela falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas

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



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



1.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para el proyecto de una Planta de Distribución de GLP propiedad de **ENE GAS S.A. DE C.V.** – con pretendida *ubicación en la* Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa", en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

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

1. **RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO**. En esta etapa se 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.

2. **IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE PELIGRO Y PELIGROS POTENCIALES**. Con base en las características y/o condiciones en la operación de la *instalación*, así como las propiedades físicas y químicas del gas licuado de petróleo (GLP), se hallan aquellos factores de mayor relevancia por el **peligro** que estos implican. Asimismo, se describen las características de los posibles escenarios de riesgo potenciales a las instalaciones de distribución de GLP.

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

4. **DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.** Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología What if…? se clasifican por medio de una matriz de riesgos donde se identificarán, por medio de la jerarquización, los posibles escenarios o incidentes en las áreas del proceso.

5. **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.** Los escenarios de riesgo son una descripción de las causas iníciales y consecuencias de eventos indeseados, en otras palabras, la descripción de eventos de liberación de GLP (material con peligro inherente) y que den lugar a **radiación térmica y ondas de sobrepresión.**

6. **ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.** Se realiza un análisis detallado de frecuencias para aquellos escenarios de riesgo identificados y ubicado en las regiones de Riesgo no tolerable, y aquellos ubicados en la región ALARP que son de interés para la evaluación de frecuencias.

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

8. **ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.** En este punto se realiza la evaluación de las consecuencias, en donde se calcula la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión.** Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego 2.0.**

9. **DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE SALVAGUARDAS** conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

1. RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.

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

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

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

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

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

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

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

Análisis de la *instalación.*

Es importante considerar que la empresa **ENE GAS, S.A. de C.V.** pretende operar una planta de distribución de GLP, la cual será suministrada por medio de semirremolques y se almacenará temporalmente GLP a través de un recipiente de 110,000 litros al 100 % agua, para finalmente suministrarlo a través de auto-tanques y recipientes transportables. Es por lo cual que en cumplimiento de los artículos 28, 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y conforme a lo indicado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 4 de mayo de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, la empresa pretende obtener la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental otorgada por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

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

- **Área de recepción:** en ésta se llevará a cabo la descarga de semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través del compresor C-I.
- **Zona de almacenamiento:** se contará con un recipiente para la guarda temporal de GLP de 110,000 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a auto-tanques:** se realizará el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a auto tanques. Se dispone de dos tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado mediante bombas de auto-tanques es decir con la Bomba I.
- **Muelle de llenado de recipientes transportables:** finalmente se cuenta con una zona en la cual se realiza la revisión y llenado de los recipientes transportables con la finalidad de llevar a cabo la venta del GLP. El llenado se realiza por medio de la bomba B-I

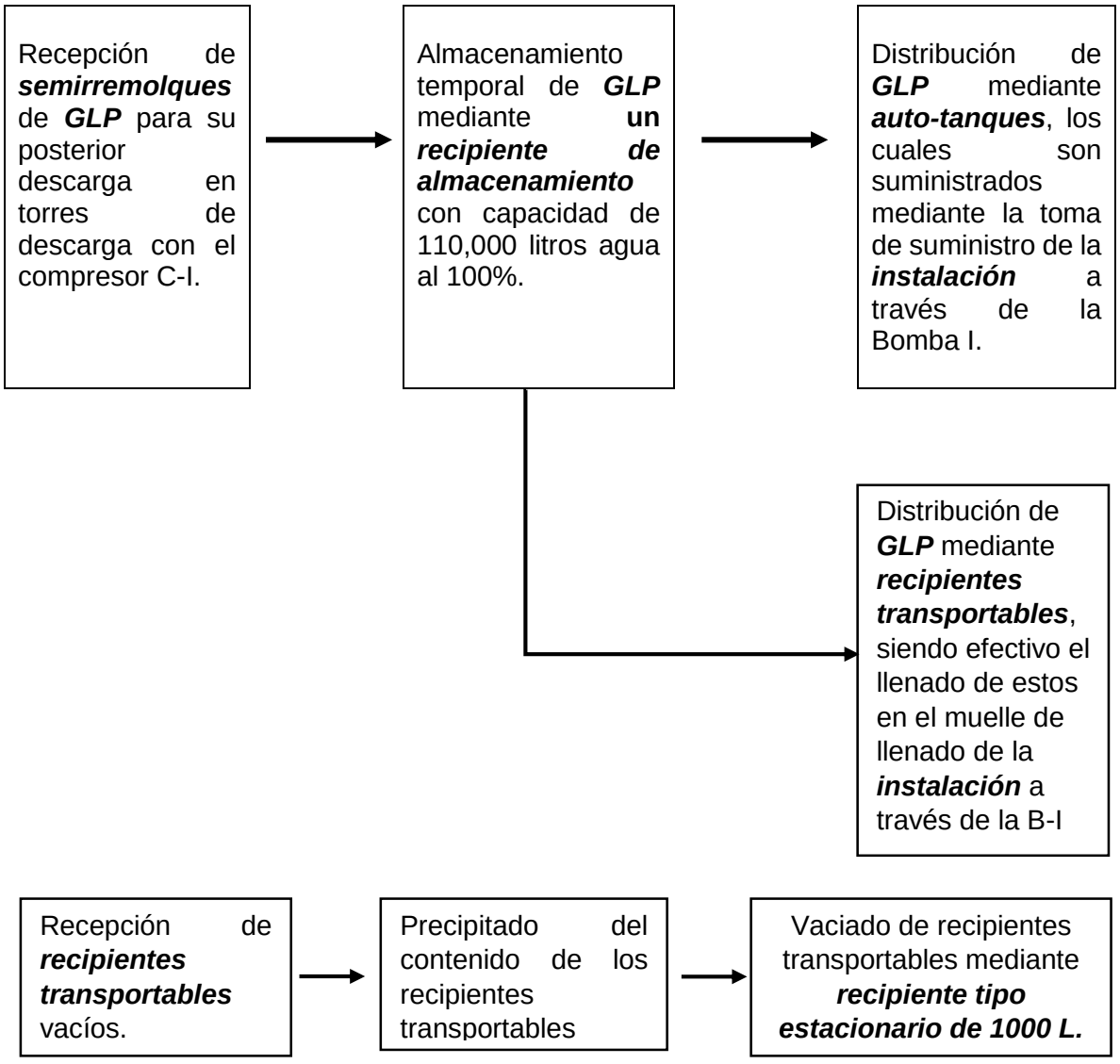
Asimismo, para el funcionamiento de la planta de distribución de GLP se requiere de servicios auxiliares donde se incluye:

- **Sistema contra incendio.** Estará compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (una eléctrica y una de combustión interna) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento de GLP.
  Transformador eléctrico. El cual estará protegido con apartarrayos autovalvulares.
- **Cuarto eléctrico.** Se contará con 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 aire a la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.

De igual manera se contará 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.

En resumen, las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P. se limita al ***trasiego*** y ***almacenamiento temporal de Gas L.P.***, contemplando que el Gas L.P. llegará a la Planta a través de semirremolques, el Gas L.P. será la única sustancia peligrosa involucrada.

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



2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE PELIGRO Y PELIGROS POTENCIALES.

Factores de peligro.

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

Las características propias de la instalación, así como por las operaciones que se desarrollarán en ésta Planta de Distribución de GLP– propiedad de **ENE GAS, S.A. DE C.V.** permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

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

a) Características físico – químicas del GLP.

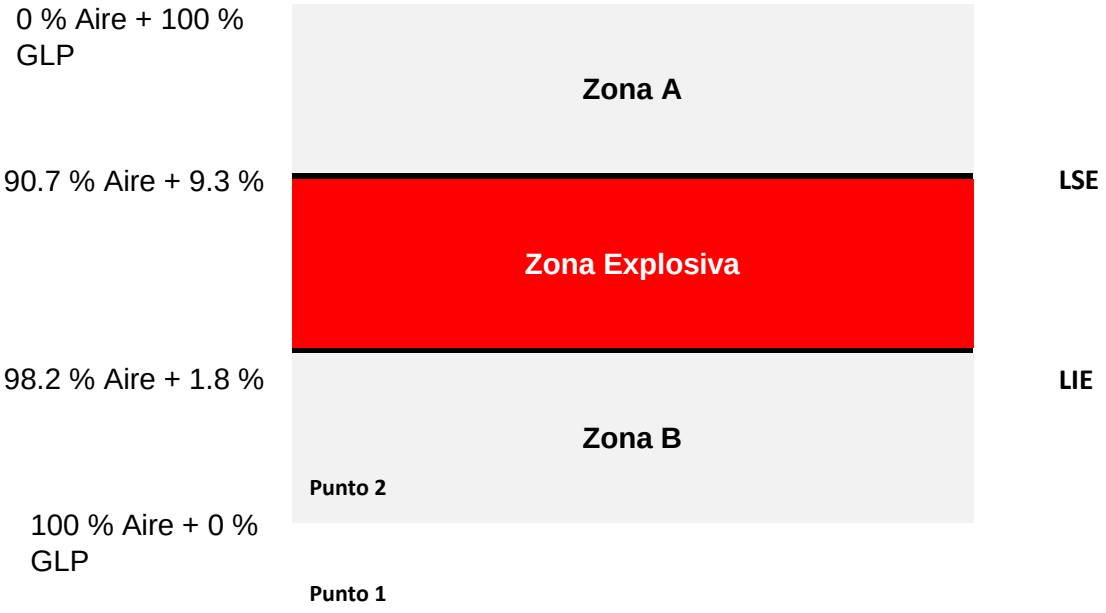
Propiedades químicas.

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

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

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

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



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.

b) Propiedades físicas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire,

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

c) Cantidad de GLP almacenada.

Se ha definido que el GLP es la única sustancia que será empleada dentro del proceso operativo en la ***Planta de Distribución de GLP***. Dicho combustible es almacenado en un recipiente especial, del tipo cilíndrico horizontal de 110,000 L al 100 % agua.

Sin embargo, por buenas practicas, así como por seguridad, solo se almacena el Gas L.P. al 80% de la capacidad total de almacenamiento del recipiente; por lo tanto, en la Planta se considera un volumen máximo de 88,000 litros.

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

Condiciones de operación

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

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

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

Tabla I.12. Condiciones de operación

Trayecto	Presión kg/cm^2		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De las tomas de recepción de semirremolques al tanque de almacenamiento.	14 - 7	21	Ambiente
Del tanque a las tomas de suministro de auto-tanques	7-10	21	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

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

Características de equipos e instalaciones, así como su mantenimiento.

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

- Tanque de almacenamiento (uno).
- Compresor (uno).
- Bomba (una).

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

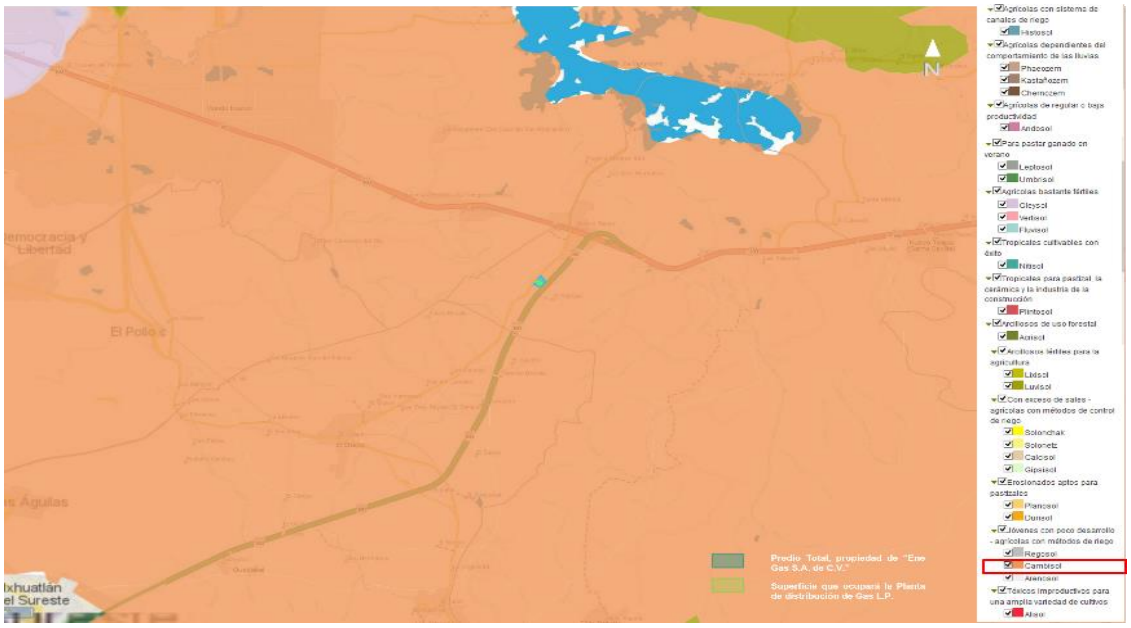
Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que estarán expuestas diferentes partes de la instalación por su uso y por la acción de los factores internos (mantenimiento preventivo, correctivo, etc.) y externos (factores ambientales), se pueden producir averías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

Otras condiciones.

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

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

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

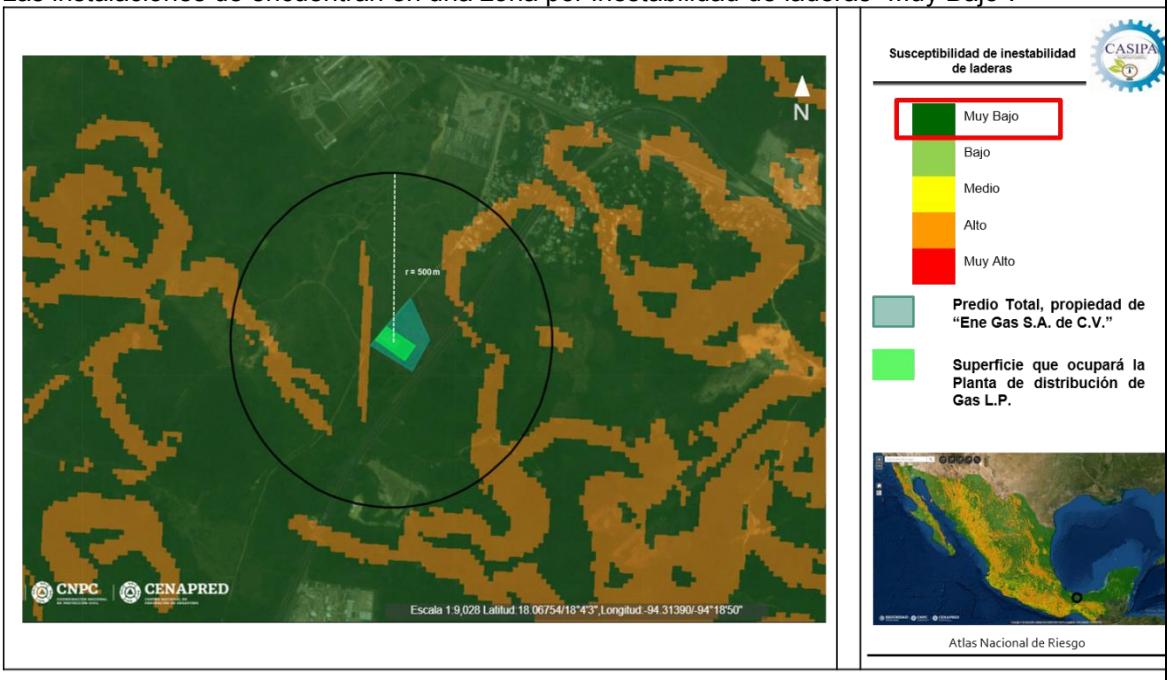
Riesgos de origen geológico.					
Tipo de riesgo	Terremotos/sismos	**No**		**Si**	X
El proyecto se localiza dentro de la zona C (Alto) de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), en la cual hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.					
Tipo de riesgo	Fallas, fracturas	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Riesgo por actividad volcánica	**No**	X	**Si**	
Tipo de riesgo	Hundimientos	**No**	X	**Si**	
El municipio de Moloacán se compone por suelos de tipo Cambisol (64%), Luvisol (18%), Gleysol (11%), Acrisol (3%) y Vertisol (1%). El terreno que ocupará la planta se compone de Cambisol, el cual se caracteriza por desarrollarse sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. 					

Riesgos de origen geológico.					
Tipo de riesgo	Deslizamiento de laderas	**No**	x	**Si**	

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos. El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).

La inestabilidad de laderas es causada por los esfuerzos que se desarrollan en la superficie de las mismas. Este tipo de fenómeno normalmente tiene lugar repentinamente en forma de grandes deslizamientos de tierra y de desprendimiento de rocas de los acantilados también se desarrollan frecuentemente de manera imperceptible mediante el deslizamiento paulatino del suelo en terrenos de pendiente suave.

Las instalaciones de encuentran en una zona por inestabilidad de laderas “Muy Bajo”:



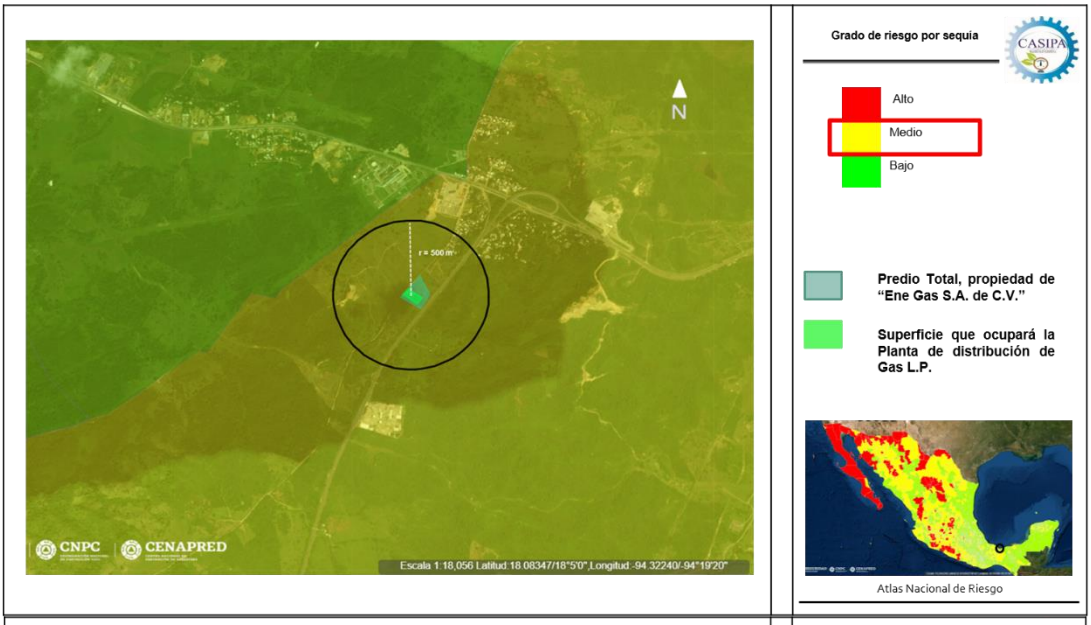
Tipo de riesgo	Inundación	**No**		**Si**	X

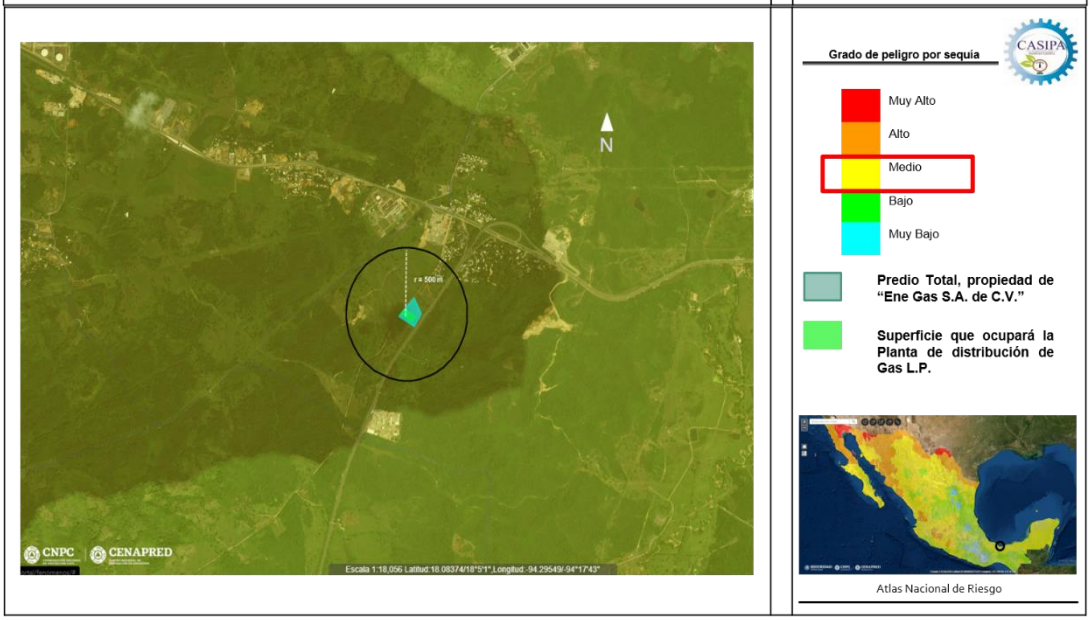
De acuerdo a lo reportado en el Atlas Nacional de Riesgos se presenta un índice de vulnerabilidad por inundación “Medio” y un índice de peligro por inundación “Alto”.

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

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

El terreno que ocupará la planta se encuentra catalogada en una zona de grado de por sequía “Medio” y un grado de vulnerabilidad “Medio”. Siendo la sequía es un fenómeno natural de gran alcance tanto temporal como espacial.

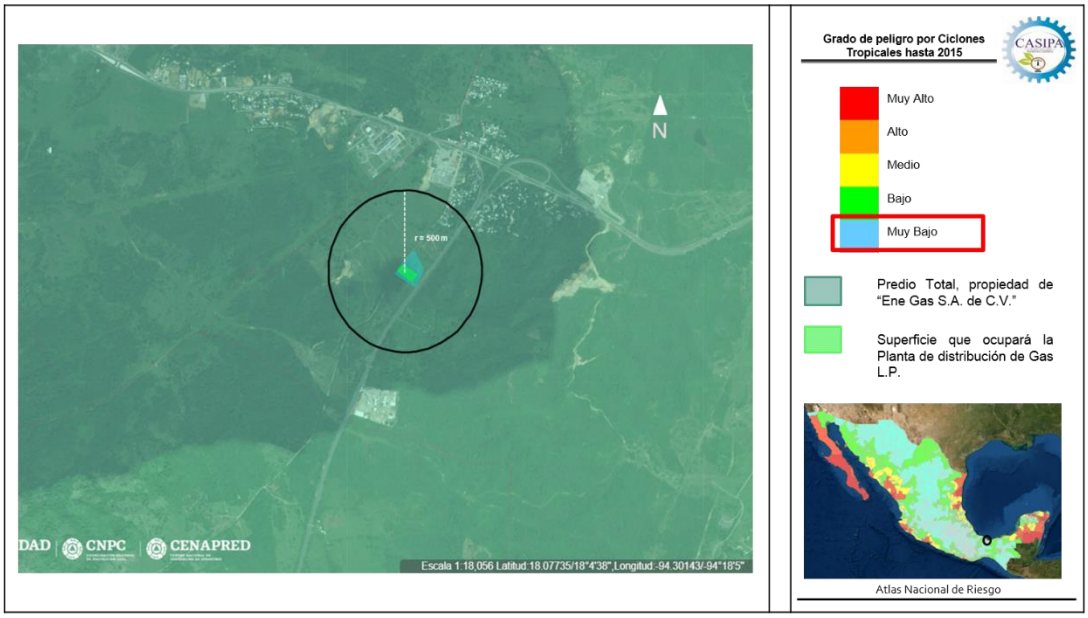




Tipo de riesgo	Altas Temperaturas	**No**	X	**Si**	

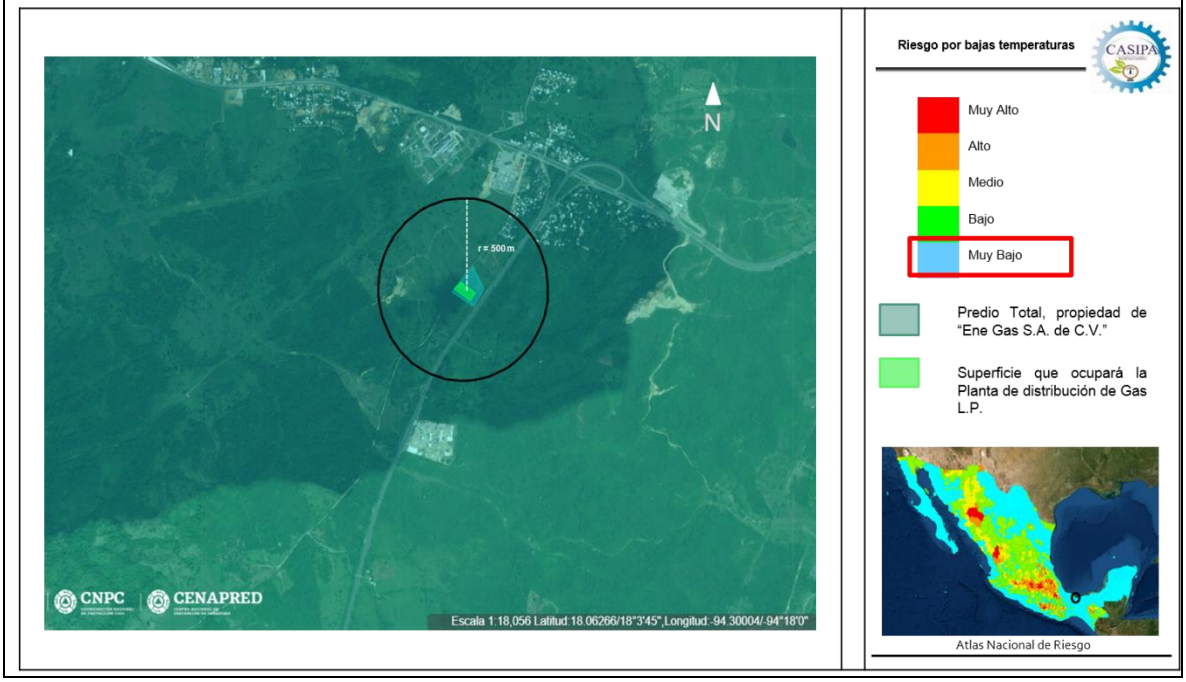
Riesgos de origen hidrometeorologico					
Tipo de riesgo	Riesgo por ciclones tropicales	**No**	x	**Si**	

En el Atlas Nacional de Riesgos se caracteriza la zona en donde se ubicará la Planta con un riesgo "Muy Bajo" por ciclones tropicales.



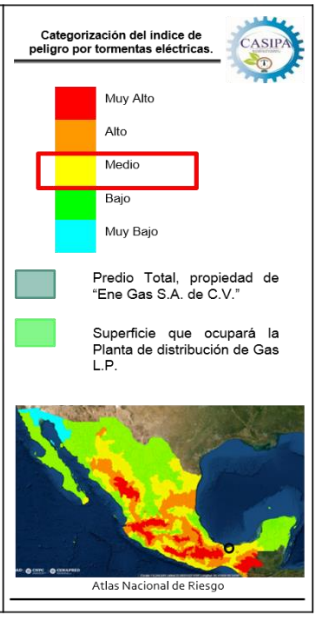
Tipo de riesgo	Riesgo por bajas temperaturas	**No**	X	**Si**	

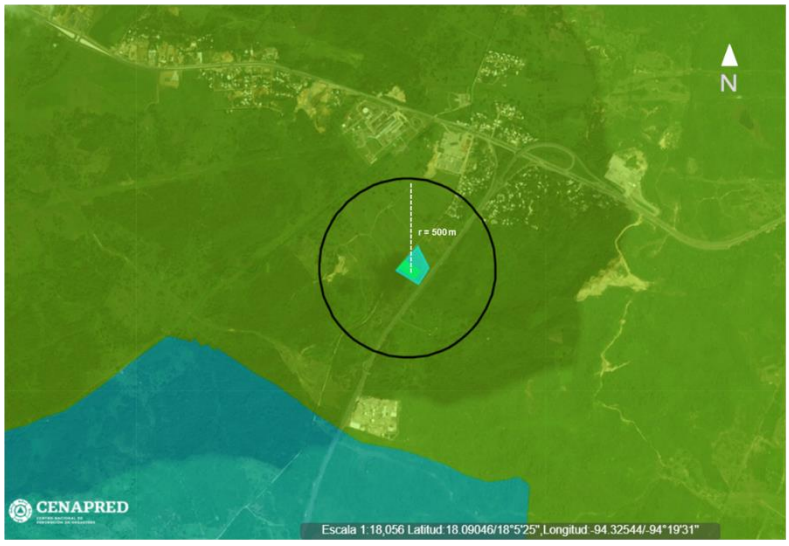
En el Atlas Nacional de Riesgos se caracteriza la zona en donde se ubicará la Planta con un riesgo "Muy Bajo" por bajas temperaturas.

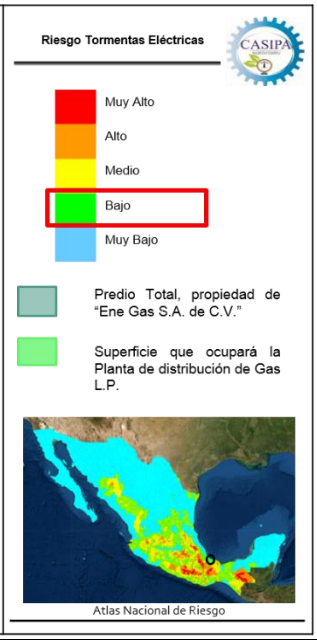


Riesgos de origen hidrometeorologico					
Tipo de riesgo	Tormentas eléctricas	**No**	x	**Si**	

La planta se encuentra en una zona catalogada con un peligro “Medio” por tormentas eléctricas y de riesgo se encuentra catalogada en “Bajo”.

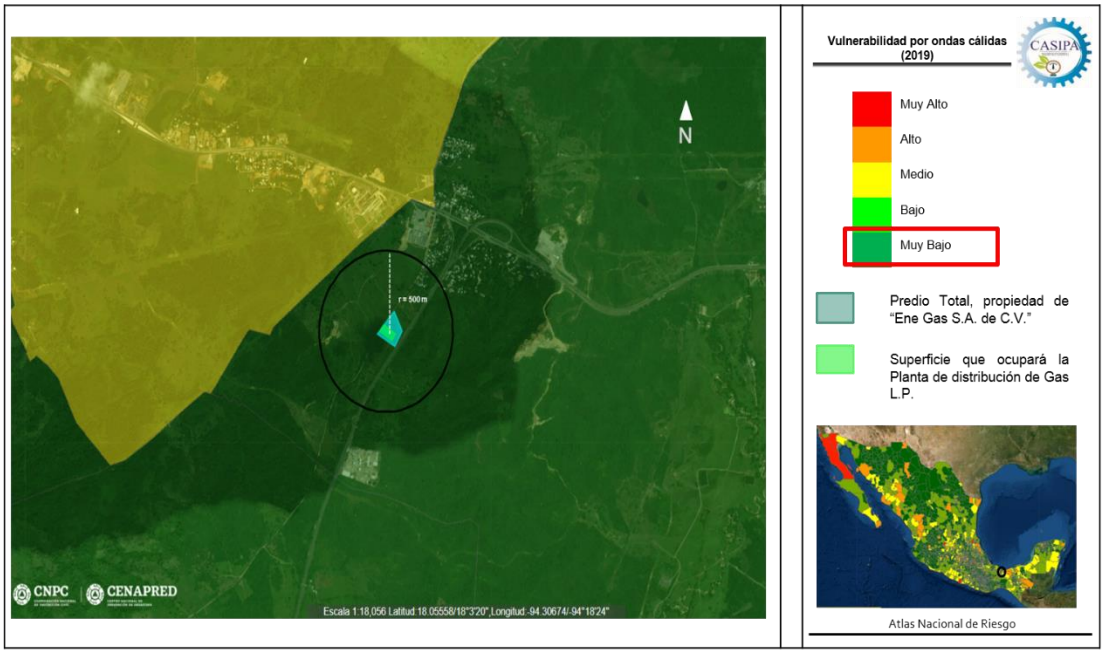


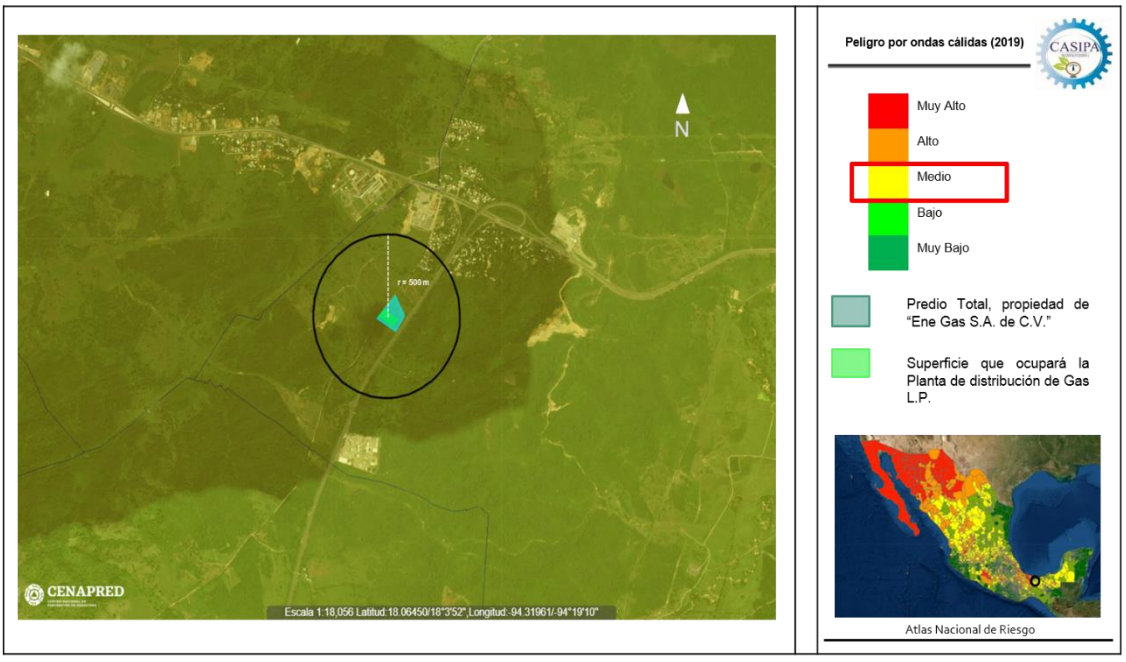




Riesgos de origen hidrometeorologico					
Tipo de riesgo	Ondas Cálidas	**No**	x	**Si**	

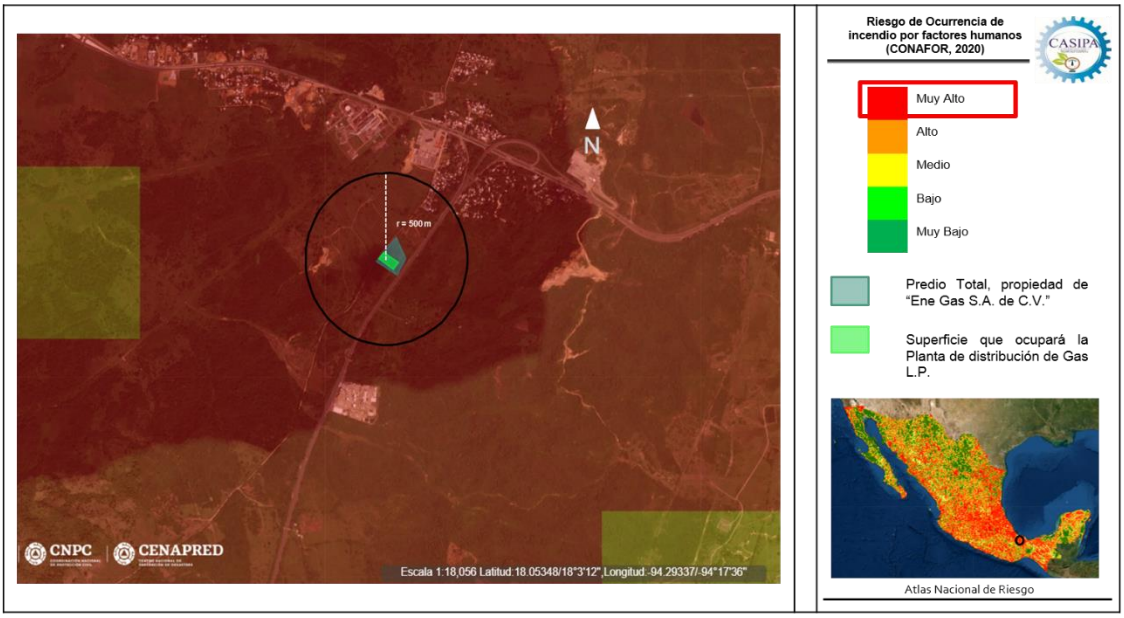
La planta se encuentra en una zona catalogada con un peligro “Medio” por ondas cálidas (2019) y de vulnerabilidad por ondas cálidas se encuentra catalogada en “Muy Bajo”.





Riesgos de origen Químico - Tecnológico					
Tipo de riesgo	Incendios forestales	**No**		**Si**	x

En la zona donde se ubicará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se cataloga la zona con un riesgo de ocurrencia de incendios por factores humanos “Muy Alto”.



Tipo de riesgo	Peligro por sustancias inflamables	**No**	X	**Si**	

De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias inflamables, no han ocurrido eventos.

Tipo de riesgo	Peligro por sustancias tóxicas	**No**	X	**Si**	

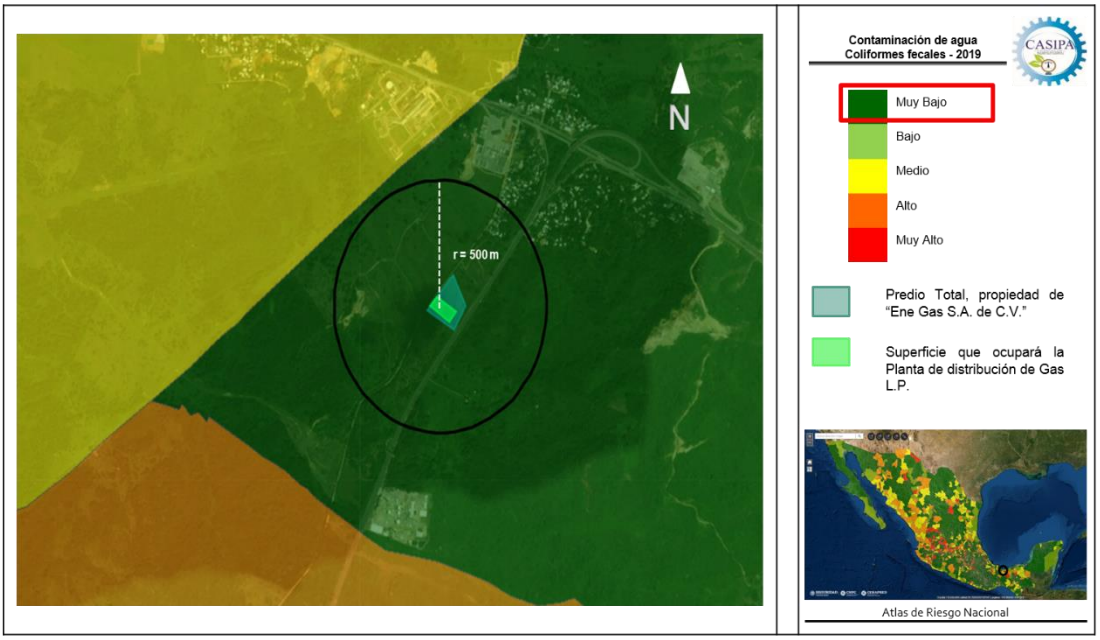
De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias tóxicas, no se han reportado incidentes.

Riesgos de origen socio-organizativo.					
Tipo de riesgo	Concentraciones masivas de población	**No**	X	**Si**	

La Instalación se encuentra alejada de la cabecera municipal de Coatzacoalcos.

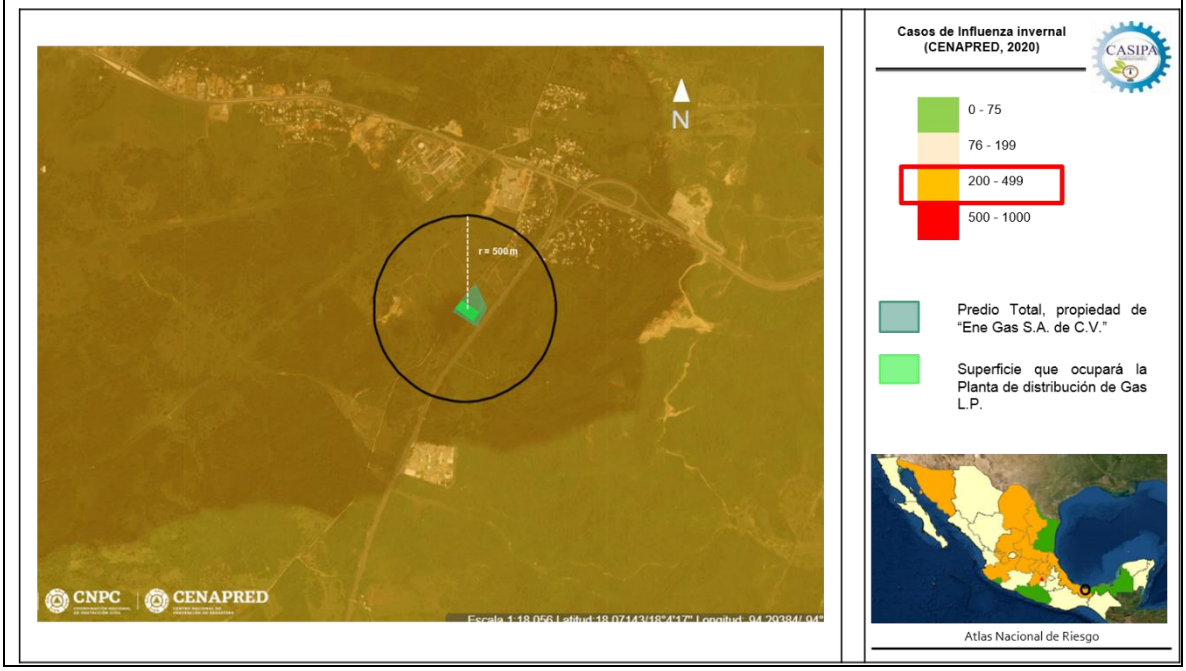
Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.					
Tipo de riesgo	Contaminación del agua	**No**	x	**Si**	

En la zona donde se encontrará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, no se presenta contaminación de agua por coliformes fecales (2019).



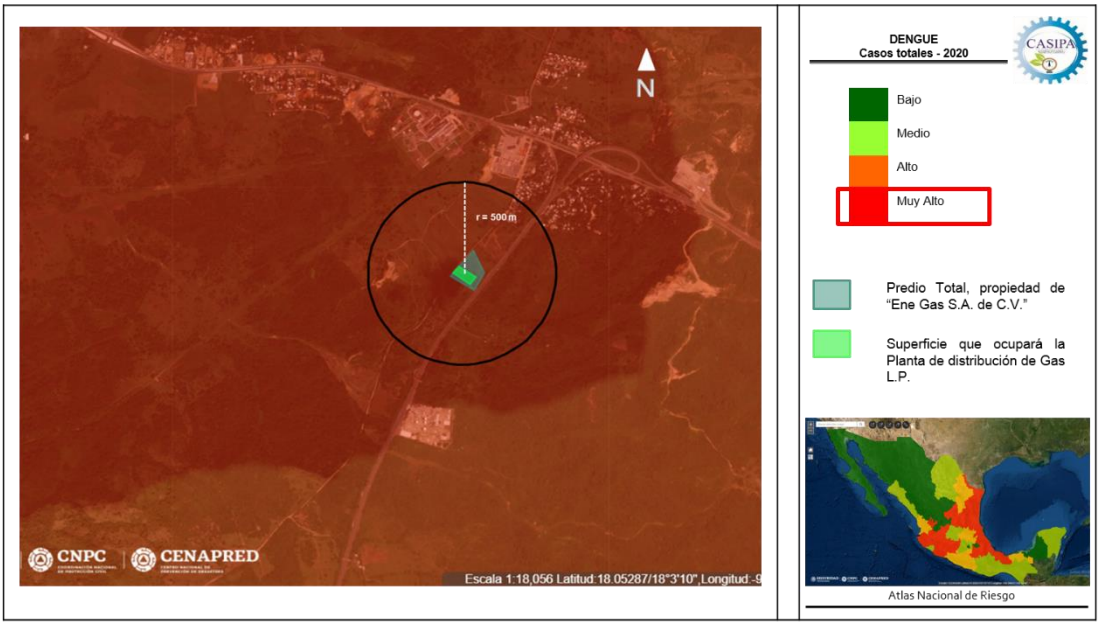
Tipo de riesgo	Influenza	**No**		**Si**	X

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos en la zona donde se ubicará la planta, se han confirmado 200-499 casos de influenza invernal (CENAPRED, 2020).



Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.					
Tipo de riesgo	Dengue	**No**		**Si**	X

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos en la región donde se ubicará la planta, se cataloga con un índice “Muy Alto” por casos totales de dengue (CENAPRED, 2020).



Tipo de riesgo	Contaminación del suelo	**No**	X	**Si**	

En la zona donde se encontrará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se no presenta contaminación de suelo.

Tipo de riesgo	Covid-19	**No**		**Si**	X

El 31 de diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recibió reportes de presencia de neumonía, de origen desconocido, en la ciudad de Wuhan, en China. Rápidamente, a principios de enero, las autoridades de este país identificaron la causa como una nueva cepa de coronavirus. La enfermedad ha ido expandiéndose hacia otros continentes como Asia, Europa y América. El brote de coronavirus ha sido ampliamente reportado en los noticieros del mundo y la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo ha declarado oficialmente como una pandemia, desde el pasado 11 de marzo.

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

Rojo/Máximo: Se permitirán únicamente las actividades económicas esenciales, asimismo se permitirá también que las personas puedan salir a caminar alrededor de sus domicilios durante el día.

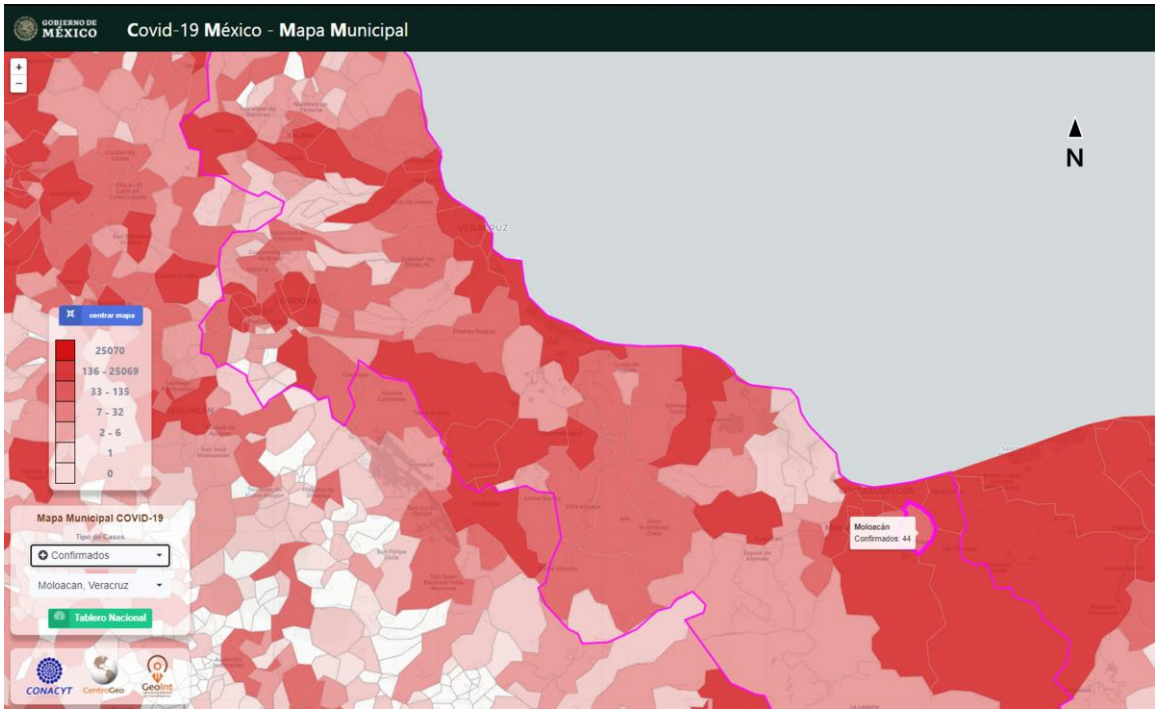
Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.					
Tipo de riesgo	Covid-19 (continuación)	**No**		**Si**	X

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

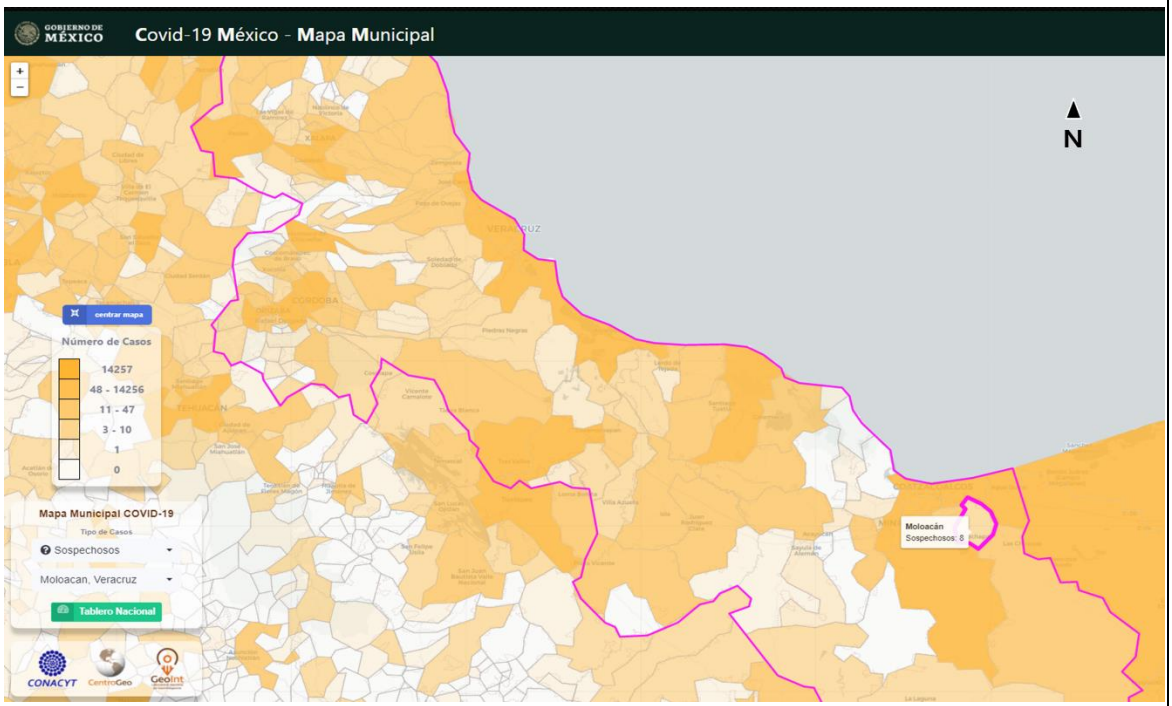
De acuerdo a la secretaria de Salud, en la región donde se ubicará la planta de distribución de GLP, se cataloga en el Semáforo Epidemiológico de color amarillo hasta la fecha 20 de enero de 2021 lo que significa que Todas las actividades laborales están permitidas, cuidando a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19. El espacio público abierto se abre de forma regular, y los espacios públicos cerrados se pueden abrir con aforo reducido. Como en otros colores del semáforo, estas actividades deben realizarse con medidas básicas de prevención y máximo cuidado a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19.

Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.					
Tipo de riesgo	Covid-19 (continuación)	**No**		**Si**	X

Casos Confirmados: **44**

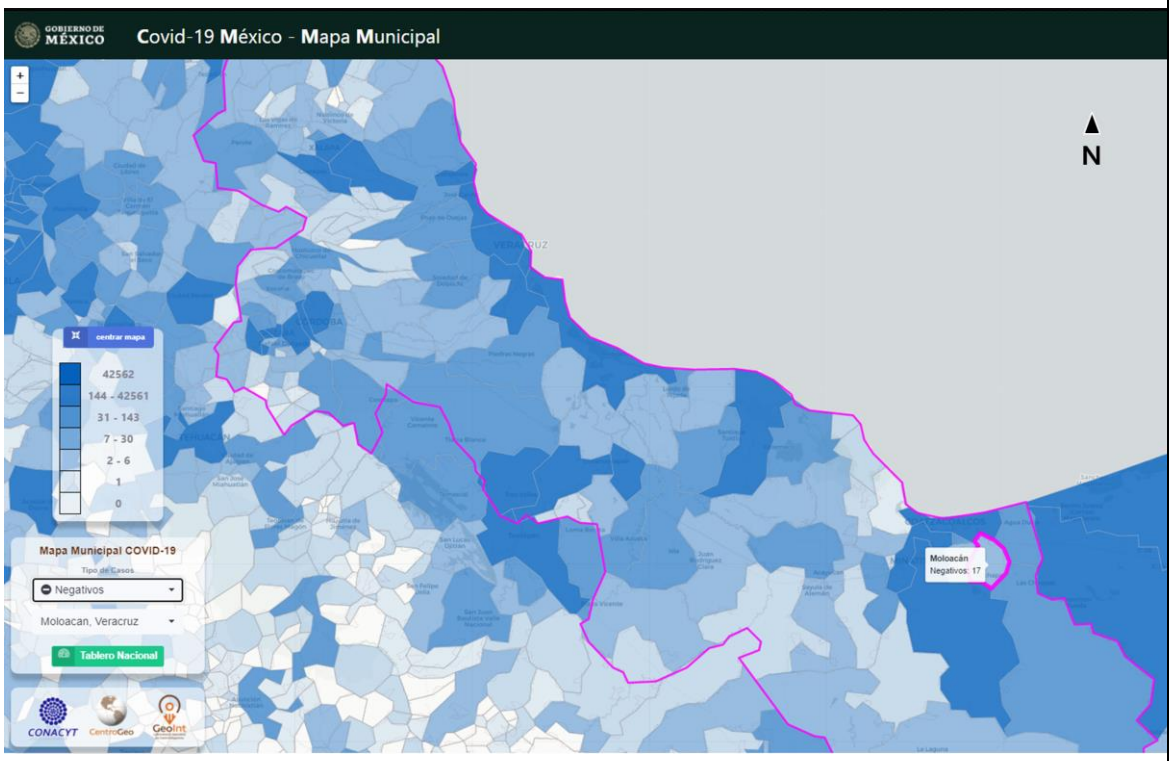


Casos sospechosos: **229**

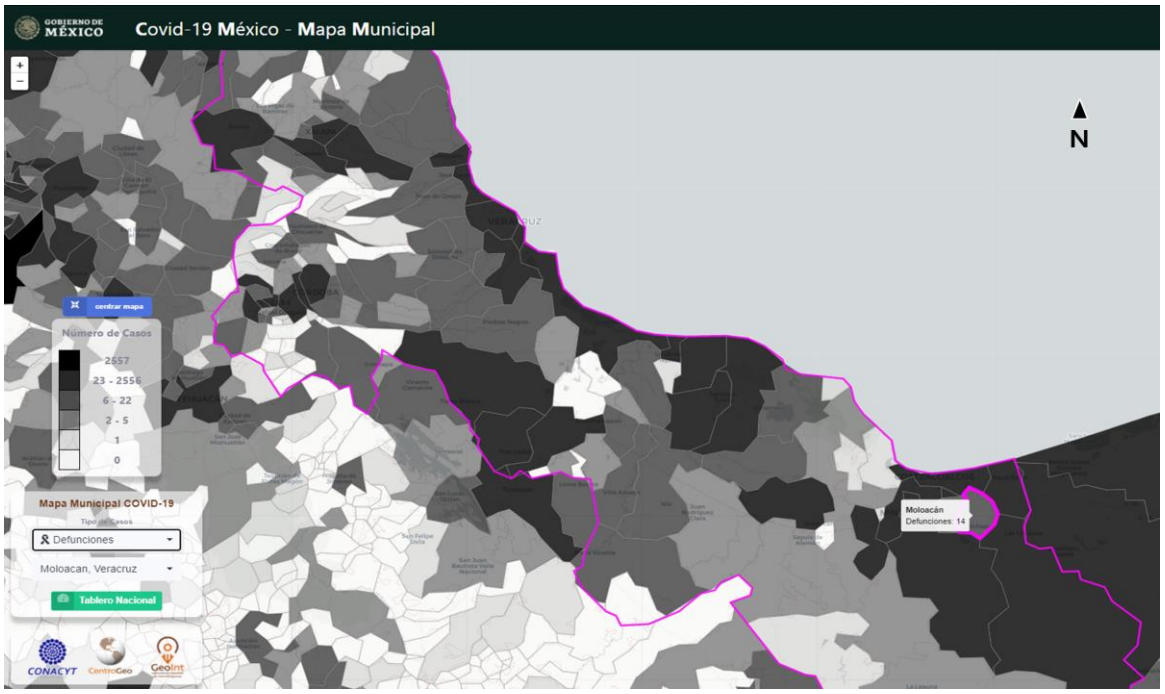


Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.					
Tipo de riesgo	Covid-19 (continuación)	**No**		**Si**	X

Casos Negativos: **17**



Defunciones: **14**



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

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

PELIGROS POTENCIALES.

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

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

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

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

- **Explosión.**

Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

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

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

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

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

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

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

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

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

Incendio.

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

Incendio tipo *dardo de fuego.*

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento temporal de GLP (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.

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

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

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

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

Charco de fuego (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.

3. EVALUACIÓN DE PELIGROS

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

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

Tal como señala el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el *Análisis What If…?*, es un procedimiento de análisis de un proceso para identificar y evaluar qué podría salir o estar mal, básicamente mediante la resolución a preguntas clave (generadas por un grupo de expertos, así como por listas de verificación – *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 del proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de ENE GAS, S.A. DE C.V., que en este caso corresponde tanto a los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio (servicios auxiliares estos últimos dos), además de la memoria técnico descriptiva y visitas en campo con la finalidad de verificar las condiciones en las que se encuentra la instalación, además de generar las preguntas clave de la lista de verificación y que las mismas sean acordes al proceso que se está analizando.

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

Justificación de la metodología What If…?

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

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

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

Descripción del What If…?

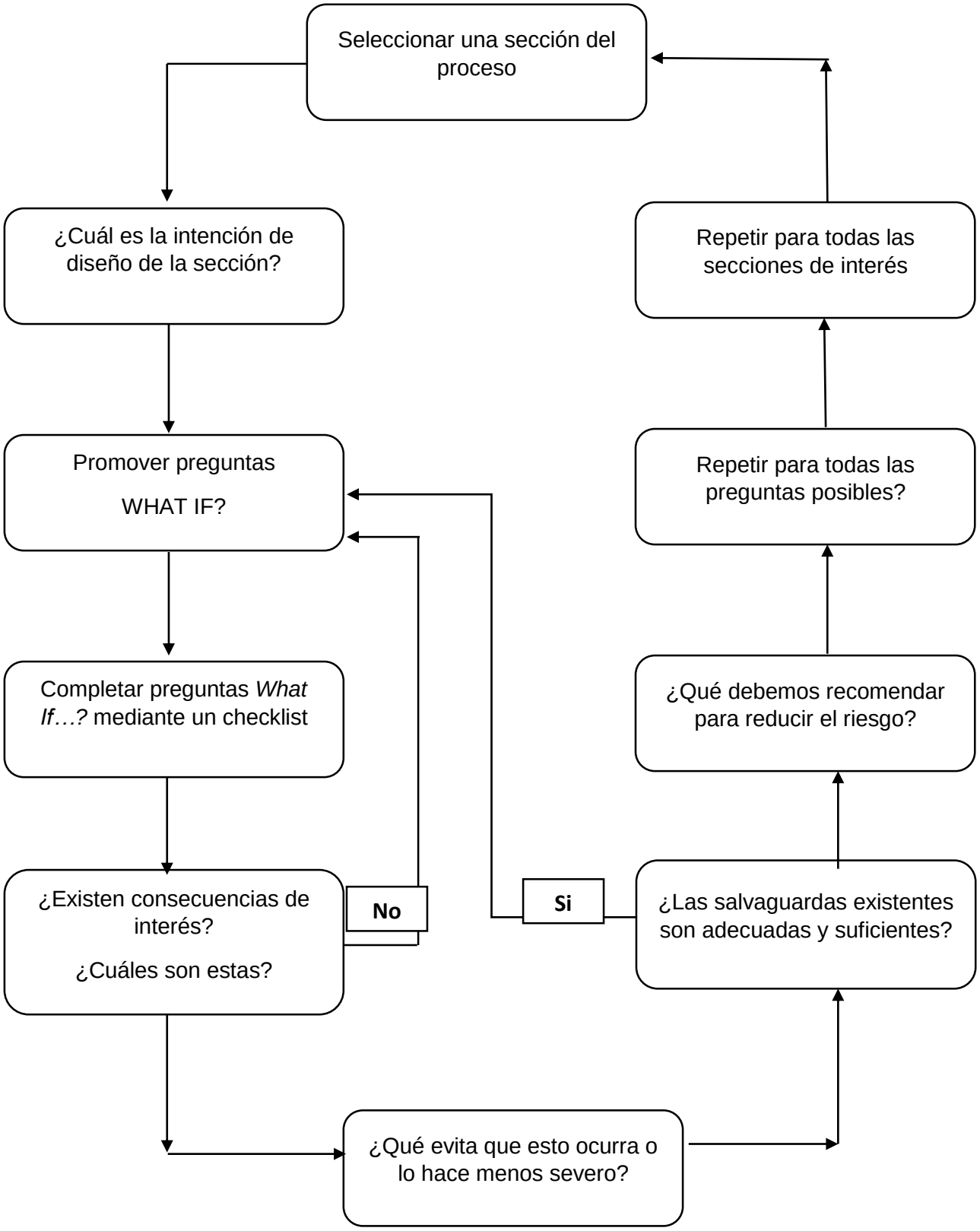
Como su nombre sugiere, el método consiste es cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

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

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

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

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


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

Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

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

- ***Zona de almacenamiento*** de ***GLP*** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 110,000 litros al 100% agua.
- Toma de recepción (descarga de ***semirremolques***).
- ***Muelle de llenado de recipientes transportables*** (distribución de GLP, venta a usuarios finales).
- Toma de suministro (carga de ***auto-tanques***).
- Servicios auxiliares, como son: sistema contra incendio, instalaciones eléctricas y aire de instrumentos.

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

Tabla I.13. Terminología usada en un análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Propósito del What If…?

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

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

Preguntas típicas.

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

Tabla I.14. Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Tabla I.15. Causas y consecuencias en procesos similares

Evento	Fallas principales
Fuga en tanque de almacenamiento	Falla en las válvulas. Falla en los accesorios. Sobrepresión en el tanque.
Fuga en equipos	Falla de compresores. Falla en bombas.
Fugas en tuberías	Falla en las válvulas. Falla en los coples. Falla en la soldadura. Ruptura de tubos.
Fugas en mangueras	Falla en los coples. Falla en el dosificador. Ruptura de manguera. (fuertes, golpes, resquebrajamiento, maltrato)

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

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

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

Tabla I.16. Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos

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

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

Tabla I.17. Clasificación de probabilidades de ocurrencia del evento anual

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 90días 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 a180 **días** naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas Permanente. Si la solución requiere de un plazo mayor, se deben establecer Controles Temporales Inmediatos, las cuales deben atenderse en un plano no mayor a **30 días** naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas y Preventivas permanentes. **La atención de estos riesgos no se determina en función de un Análisis Costo Beneficio.**
B	**Riesgo Bajo (Tipo B): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos.** Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plano no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "B" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. **La posibilidad de reducción de este nivel de riesgo debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos Identificados.**

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

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

A continuación, se anexa a detalle la aplicación de la técnica de evaluación de peligros **What-If?** para las siguientes áreas de la planta de distribución de GLP propiedad de ***ENE GAS S.A. DE C.V.***

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla I.18. Matriz de riesgo de fatalidades

Fatalidades						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M	M	A **1.1.4, 1.1.5a,**	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B **1.1.5b,1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1**	M **3.3.2**	M **1.1.8,1.1.9, 1.1.11,1.3.3b, 1.3.5a,3.4.2,**	A **1.1.1,1.1.2, 1.3.1,1.3.2, 1.3.3a,1.3.4, 1.3.5b,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, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1**	B **2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.3.1., 5.3.1**	M **3.4.1,3.5.1, 3.5.2,4.2.1,**	M **3.1.3**	A **1.1.3,1.2.4,**
4	10^{-3} a 10^{-4}	B **3.1.2, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1**	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

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

Tabla I.19. Matriz de riesgo por lesionados

Lesionados						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M **1.1.4, 1.1.5a,**	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B **1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1**	M **1.1.1, 1.1.2, 1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.3.1, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2, 3.4.2,**	M **1.3.2, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.4.1, 1.4.3,1.4.4,**	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B **1.2.1, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1, 4.3.1**	B **2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1**	M **3.1.3**	M **1.1.3, 1.2.4**	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B **3.1.2, 4.1.3, 5.2.1**	B	B **4.2.2**	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

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

Tabla I.20. Matriz de riesgo por liberación de hidrocarburo

Liberación de hidrocarburos						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M **1.1.4, 1.1.5a,**	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B **1.1.1, 1.1.5b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1**	M **1.1.2, 1.2.1, 1.3.2, 1.4.1**	M **1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2,**	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B **3.1.1, 3.1.3, 3.2.1, 3.2.2 3.4.1, 4.3.1**	B **1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,**	M **3.3.1,**	M **1.1.3**	A **1.2.4,**
4	10^{-3} a 10^{-4}	B **3.1.2, 4.1.3, 5.2.1,**	B **4.2.2**	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

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

Tabla I.21. Matriz de riesgo de daño a bienes

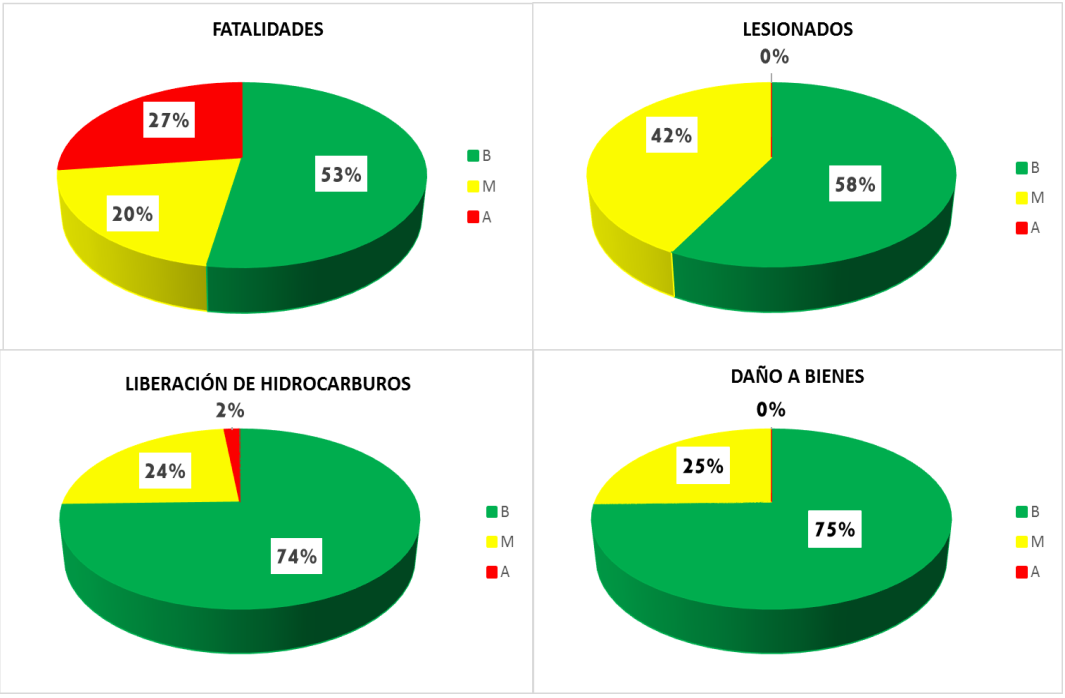
Daño a bienes						
Clase de Probabilidad	**Rango**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	$>10^{-1}$	M **1.1.4, 1.1.5a,**	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B **1.1.1, 1.1.5b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1**	M **1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 1.5.1, 3.4.2,**	M **3.3.2,**	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B **3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1,**	B **1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,**	M **1.1.3, 3.1.3, 3.3.1**	M **1.2.4,**	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B **3.1.2, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1**	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

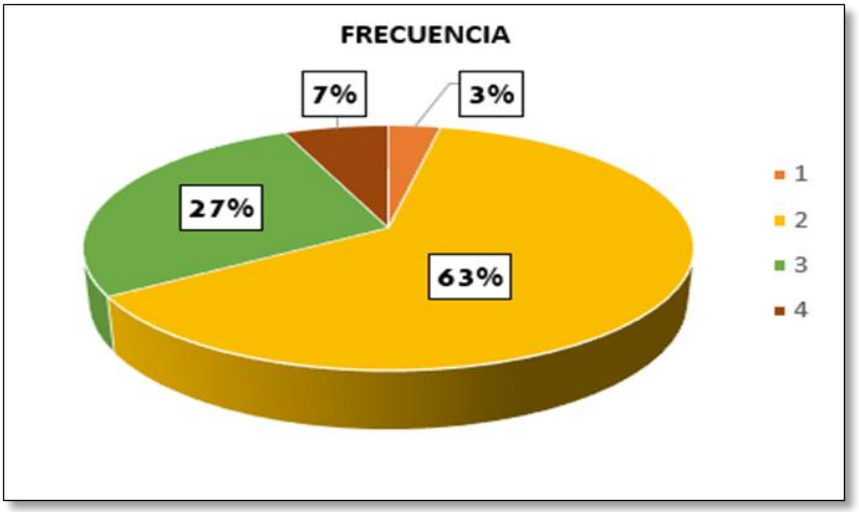
B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.
M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias
A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

De acuerdo con los resultados, el porcentaje de casos que se encuentran en el nivel de riesgo no tolerable no rebasa el 20%, siendo este el valor más alto para fatalidades, es decir, el 20% de los casos presentarían fatalidades siendo que el porcentaje de riesgo medio para liberación de hidrocarburo se encuentra por el 24%, 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 42% 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 42% de los casos presentarían lesionados.



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



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

Tabla I.22. Eventos con frecuencia 2

Frecuencia 2			
Casos	**Riesgo**		
1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1.	**B**		
1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.2.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 3.4.2	**M**	**B**	
1.1.1, 1.3.1, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	**A**	**M**	**B**
1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9	**M**	**A**	
3.3.2	**M**		

Tabla I.23. Clasificación de los casos conforme a la causa.

Casos	Causa
1.1.1	Error humano durante trasiego
1.1.5	
1.1.7	
1.1.8	
1.1.9	
1.1.10	
1.1.11	
1.1.12	
1.3.1	
1.3.2	
1.3.3	
1.3.4	
1.3.5a	
1.3.5b	
1.4.1	
1.4.3	
3.4.2	
1.1.6	Falta de mantenimiento o error humano
1.2.1a	
1.2.2	
1.2.3	
1.3.6	
1.3.7	
1.3.8	
1.4.2	
4.1.1	
4.1.2	
1.1.2	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.2.3	
1.3.9	
1.3.10	
1.4.4	
3.3.2	
5.1.1	
5.1.2	
5.4.1	

Como se puede observar, aunque la mayoría de los casos que presentan frecuencia 2 obtuvieron un nivel de riesgo B éstos tienen como causa principal errores humanos durante el trasiego, actividades que por la diversidad de variables implicadas podrían sin el mantenimiento de las medidas proyectadas podrían implicar el aumento de la frecuencia y con esto, el riesgo.

Para los casos 1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6 y 1.3.9 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

4. DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.1	001	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 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
1.1.2		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 4= M 2 x 4 = M	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 4** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 4** <10 000 dólares
1.1.3		3 x 1 = A 3 x 2= M 3 x 2= M 3 x 3= M	Descarga de semirremolques	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1000 años)	**Fatalidades - 1** >10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 2** 10 100 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 2** 10 a 100 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
1.1.4	003	1 x 3 = A 1 x 4 = M 1 x 5 = M 1 X 5 = M	Descarga de semirremolques	**1** (Más de una vez en 10 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.5 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			
1.1.5 b		2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 5** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.1.8		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			
1.1.9		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			

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.11	004	2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.2.1 a)	005	2 x 5 = B 2 x 5 = B 2 x 4 = M 2 x 5 = B	Almacenamiento	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 5** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 5** 0 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.2.4		3 x 1 = A 3 x 2 = M 3 x 1 = A 3 x 2 = M	Almacenamiento	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 1** >10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 2** 10 -100 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 1** >100 a 1 toneladas **Daño a bienes - 2** 1 000 000 a 10 000 000 dólares
1.3.1	006	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Suministro a auto-tanques.	**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 - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <10 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.2	006	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques.	**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
1.3.3 a)	007	2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.3 b)		2 x 3 = M 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Suministro a auto-tanques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <100 000 dólares
1.3.4		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4= M	Suministro a autotanques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.5 a)	007	2 x a = M 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 = B	Suministro a auto-tanques.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades -3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 5** <10 000 dólares
1.3.5 b)		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.6		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 4 = M	Suministro a auto-tanques.	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
1.3.9		2 x 2 = A 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 Xx4 = M	Suministro de auto-tanques	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones -4** 1 persona lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a 10 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.4.1	008	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares
1.4.3	009	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares
1.4.4	010	2 x 2 = A 2 x 3 = M 2 x 5 = B 2 x 5 =B	Llenado de recipientes transportables	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades – 2** 1 a10 personas fallecidas **No. accidentes con lesiones – 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos – 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes – 5** <10 000 dólares
3.1.3	005	3 x 2 = M 3 x 3 = M 3 x 5 = B 3 x 3 = M	Bomba eléctrica y de combustión interna	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 2** 1 a 10 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 3** 1 a 10 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.3.1	005	3 x 4 = B 3 x 5 = B 3 x 3 = M 3 x 3 = M	Sistema de aspersión	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 4** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 5** 0 personas lesionadas **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a10 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
3.3.2		2 x 4 = M 2 x 4 = M 2 x 3 = M 2 x 3 = M	Sistema de aspersión	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 4** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 3** 1 a10 toneladas **Daño a bienes - 3** 100 000 a 1 000 000 dólares
3.4.1	001 002 003 004 006 007 009 010	3 x 3 = M 3 x 4 = B 3 x 5 = B 3 x 4 = B	Hidrantes	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
3.4.2		2 x 3 = M 2 x 4 = M 2 x 5 = B 2 x 4 = M	Hidrantes	**2** (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 5** <0.1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

Tabla I.24. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.5.1	001 002 003 004 005 006 007 008 009 010	3 x 3 = M 3 x 4 = M 3 x 4 = B 3 x 4 = B	Extintores	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
3.5.2		3 x 3 = M 3 x 4 = B 3 x 4 = B 3 x 4 = B	Extintores	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares
4.2.1		3 x 3 = M 3 x 4 = B 3 x 4 = B 3 x 4 = B	Actuador neumático de válvulas internas y de cierre de emergencia.	**3** (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	**Fatalidades - 3** 0 personas fallecidas **No. Accidentes con lesiones - 4** 1 persona lesionada **Liberación de hidrocarburos - 4** 0.1 a 1 toneladas **Daño a bienes - 4** 10 000 a 100 000 dólares

5. EVENTOS QUE PUDIERAN SUSCITARSE (DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO).

SUBSISTEMA 1.1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

ESCENARIO 001: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA ANTE UN MOVIMIENTO INESPERADO DEL SEMIRREMOLQUE.

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

Cabe mencionar que la válvula de cierre de emergencia proporciona un cierre rápido de flujo de vapores o de líquido en caso de separación accidental o de una ruptura en la manguera.

Lo anterior podría ser provocado por un error humano como podría ser: Una mala conexión de la manguera, o errores humanos (desapego de los procedimientos operativos), o bien, no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.

Ante esta situación se considera que:

- La válvula de exceso de flujo del semirremolque durante la descarga es activada automáticamente, es decir, que el flujo alcanza el valor de cierre.
- Simultáneamente se activa el paro de emergencia del compresor, dejando de inyectar vapor hacia el semirremolque.
- Cierre automático de la fuga por medio del indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

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 el indicador de flujo de gas con un no retroceso incorporado. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 metros.

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

ESCENARIO 002: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE LA SÚBITA RUPTURA DE MANGUERA.

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

- La manguera de vapor se mantiene en su posición y el compresor sigue funcionando inyectando vapor al semirremolque.

- El flujo de descarga no alcanza inmediatamente el valor de cierre de la válvula de exceso de flujo del semirremolque.
- Debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor, la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento al semirremolque, propiciando el desplazamiento de la fase líquida del semirremolque fugándose a través de la válvula de descarga del semirremolque en tanto no se active la válvula de exceso de flujo.
- Tiempo estimado de respuesta 30 seg.
- El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continua, formando una pluma que alcanzará su máxima extensión y se mantendrá durante todo el tiempo que dure la descarga.
- Cierre automático de la fuga por medio de la válvula de control remoto tipo con actuador tipo neumático, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

El compresor utilizado para el trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento tiene una capacidad nominal de líquido de 473 LPM con desplazamiento de vapor de 39.10 m^3/hr.

La masa fugada de GLP en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, tendría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas. Por su parte la emisión de GLP 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 formaría 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 GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque (evento 002), la cual incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica.

Consideraciones:

- Debido a la posición de la válvula en el semirremolque (debajo de este), el dardo de fuego se desplazará horizontalmente, no obstante, el calor generado e irradiado desde el dardo se esparciría de forma radial en el entorno, lo que impediría llegar hasta la válvula y retardar el tiempo de respuesta.
- La intensidad de radiación crítica para el acero (material del que está hecho el tanque del semirremolque) es de 100 kW/m^2 para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos, *según lo referenciado en Methods for the determination of posible damage" CPR 16E A.J. Roos*

- Debido a la cercanía de la fuente del dardo de fuego el flujo calorífico rebasa el orden de los 100 kW/m^2 (intensidad de radiación crítica para el acero), por lo que bajo estas condiciones la radiación térmica generada por el dardo sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
- Si bien es cierto que los efectos sobre los elementos próximos causados por la incidencia directa de la llama (dardo de fuego) son superiores a los debidos a la radiación térmica, no necesariamente para que se produzca la BLEVE del recipiente la llama tendría que partir de una fuente que incidiera directamente sobre la pared del semirremolque en la zona de líquido, ya que en el caso propuesto el mecanismo de transferencia de calor será por radiación térmica, la cual por una parte aumentará la presión interna dentro del recipiente y por otra disminuirá su resistencia mecánica.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros.

a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.

ESCENARIO 004: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO DEBIDO A PRESURIZACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO.

Fuga de GLP en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

Por las características de la fuente, la masa fugada de gas l.p. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4” equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2”), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

SUBSISTEMA 1.2: ALMACENAMIENTO DE GLP.

ESCENARIO 005: BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 110,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la

superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al **80%** de su capacidad**, esto es** 88,800 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 1.3: SUMINISTRO DE GLP A AUTOTANQUES.

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 GLP y por error se arrancará, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta (cierre rápido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tiene una longitud de 6 m (51 mm Ø), así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 189 LPM, a una presión de 5.0 kg/cm^2.

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 GLP es emitida a la atmósfera mediante dos mecanismos: emisión de chorro horizontal y emisión instantánea.

La primera de ellas se refiere a la emisión de GLP en fase líquida producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto y que trabaja a razón de 189 L/min. La segunda se refiere a la emisión por la liberación de GLP en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro.

Se considera que, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la

presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 007: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

Fuga de gas LP a través del sello mecánico de la bomba. El diámetro equivalente de fuga es de ¼".

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

Por las características de la fuente, la masa fugada de GLP será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

SUBSISTEMA 1.4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

ESCENARIO 008: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS A CAUSA DE LA PRESURIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DEBIDO A QUE POR OMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE SE ENCUENTRA CERRADA.

Si durante el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encuentra cerrada se tendría una sobrepresión en la línea, lo que podría ocasionar fuga de GLP en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido.

Por las características de la fuente, la masa fugada de 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 GLP en fase líquida. En estos casos, el obturado de la fuga se hace con el cierre de la válvula de globo recta, por lo tanto, la cantidad fugada es la equivalente a la atrapada en la manguera de 13 mm

ESCENARIO 010: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFONDE DE RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UNA FALLA EN LA SOLDADURA DEL FONDO (UNIONES) DURANTE EL LLENADO.

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

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

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

6. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

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

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

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

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

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

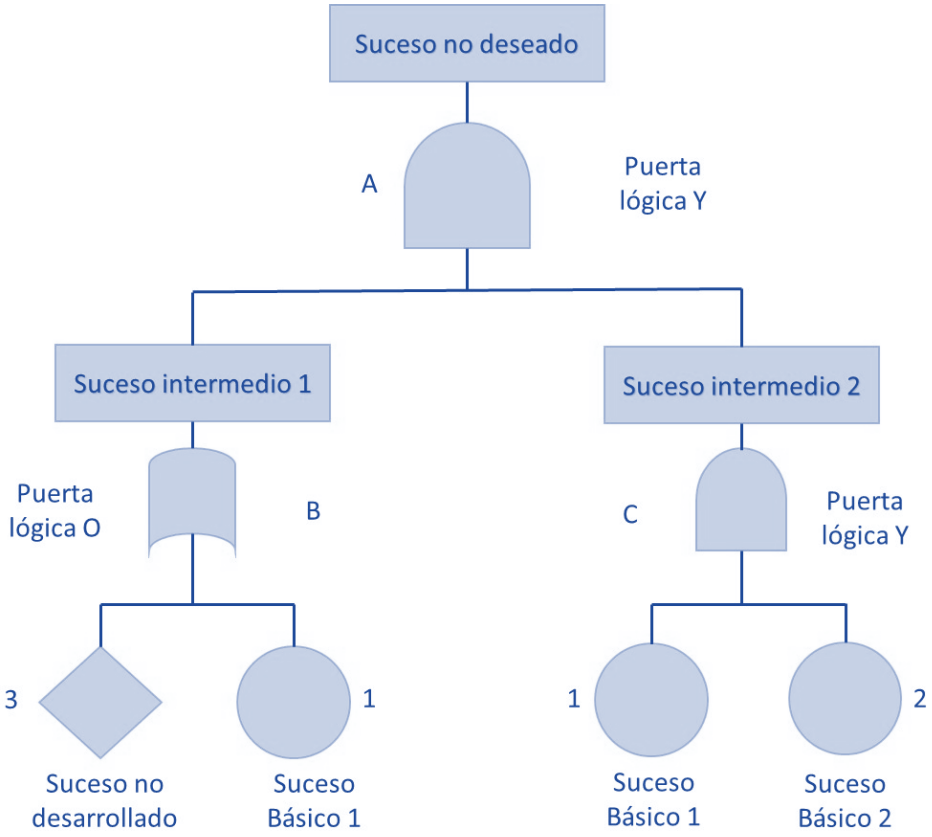


Figura I.11. Representación de un árbol de fallas.

Construcción del árbol de fallas

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

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

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

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

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

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

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

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

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

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

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

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

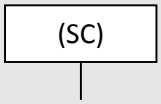
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa– efecto: líneas_____

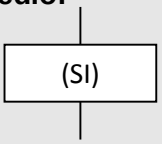
Sucesos:

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

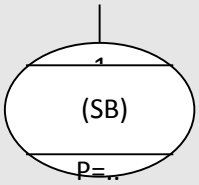
Suceso capital:



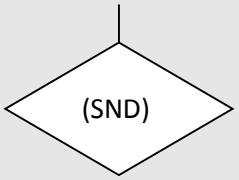
Suceso intermedio:



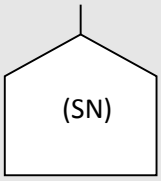
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

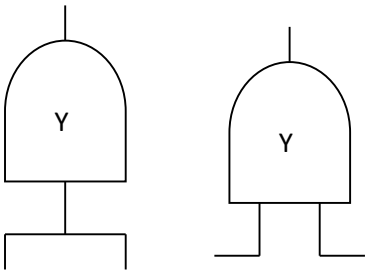


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta "Y":

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

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

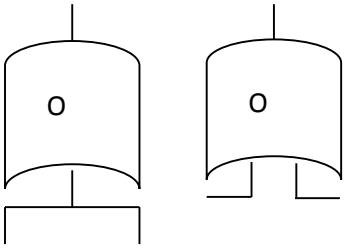


PUERTAS "Y"

La puerta "O":

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

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

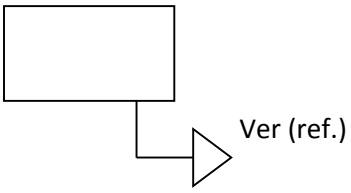


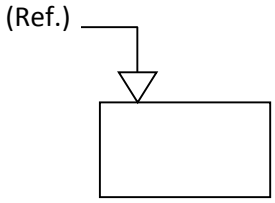
PUERTAS "O"

Símbolos de transferencia:

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

Principal (remite a:)





Con base en las memorias técnicas descriptivas del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- Toma de recepción de semirremolques.
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Toma de suministro de Gas L.P. para llenado de auto-tanques.
- Muelle de llenado.

De manera general se puede definir que los "*eventos tope"* que pudieran suceder durante la operación de la *Planta de Distribución de Gas L.P*. son:

- ⇨ Evento 001 y 002: Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.
- ⇨ Evento 003: BLEVE del semirremolque.
- ⇨ Evento 004 y 008: Explosión a través de válvulas o instrumentos.
- ⇨ Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento.
- ⇨ Evento 006: Explosión en el suministro de auto-tanques
- ⇨ Evento 007: Explosión en la bomba de suministro
- ⇨ Evento 009: Explosión en las llenaderas de los recipientes transportables
- ⇨ Evento 010: Explosión de un recipiente transportable

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

Tabla I.25. Frecuencia de fallo

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

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

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

Se anexa a continuación su aplicación.

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

Tabla I.26. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
001 002	Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.	2.14×10^{-4}
003	BLEVE del ***semirremolque***	1.04×10^{-08}
004 008	Explosión a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}
005	BLEVE del **tanque de almacenamiento** (capacidad de 110,000 litros al 100% agua)	2.30×10^{-08}
006	Explosión en el suministro de gas l.p. a auto-tanques	2.14×10^{-4}
007	Explosión en la bomba de suministro	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"**.

Caso más probable(s):

De acuerdo a las **frecuencias de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que contará la Planta de Distribución de Gas L.P. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia *(respecto a los demás),*** como son los eventos **001, 004, 006 007 009 y 010.** Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Caso alterno

De acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3.

Peor Caso

Si bien, la probabilidad el evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **005** (BLEVE de tanque de almacenamiento), el cual es considerado el evento catastrófico por ser éste el evento que tiene en consideración la capacidad máxima de almacenamiento.

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

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

*RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO*

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

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

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

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

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

7. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.

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

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

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

Se tienen diferentes modelos de fuego:

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

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

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

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

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

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

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

BLEVE

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

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

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

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

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

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

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE

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

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

Termodinámica de la BLEVE

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la Fig. I.12, 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.

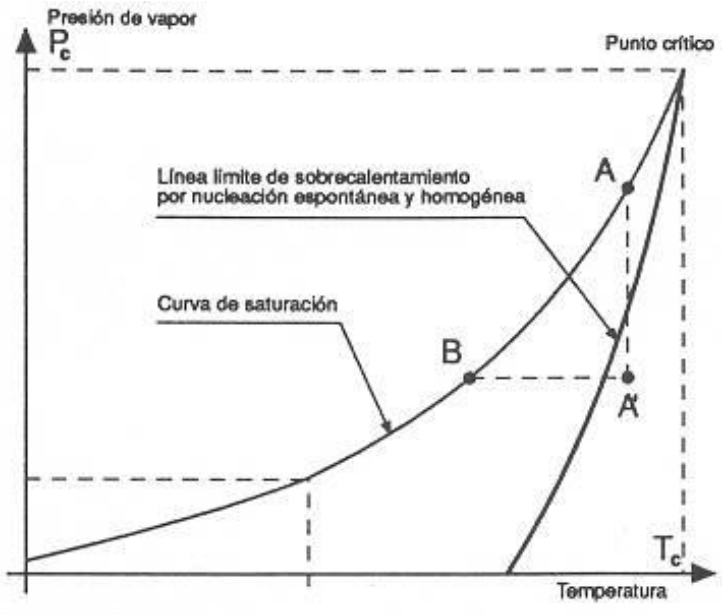


Figura. I.12. Curva de saturación presión-temperatura

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

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

Así, por ejemplo, en la Fig. I.12 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A.

Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

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

Consecuencias de la BLEVE

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

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

1. **Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
2. **Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
3. **Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial)**

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

Consecuencias de una BLEVE

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

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

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

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

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

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

de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

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

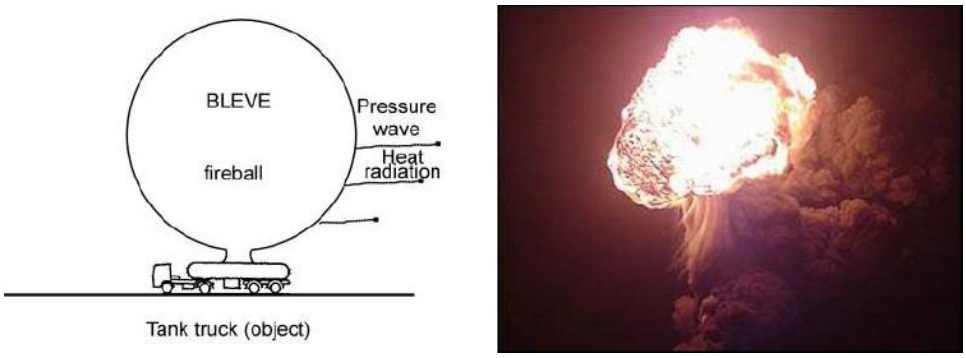


Figura. I.13. Representación de una bola de fuego (fireball).

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

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

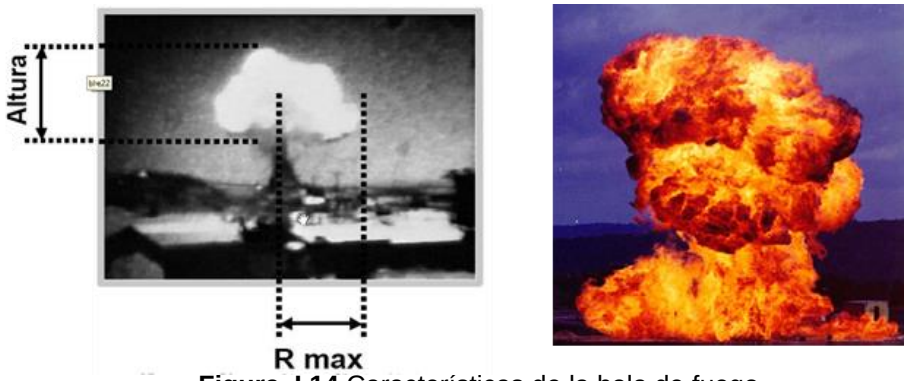


Figura. I.14. Características de la bola de fuego.

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

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

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

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

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

Tabla I.27 Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988)

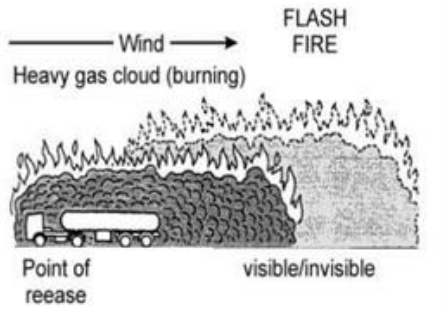
INTENSIDAD *(kW/m²)*	EFECTOS SOBRE MATERIALES	EFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar y fundir tubos de plástico.	1% de letalidad en 1 minuto. Quemaduras de primer grado en 10 segundos.
4	-	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.
1.6	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que, para definir y justificar las zonas de seguridad por el entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo 5 kW/m^2 o1500 BTU/pie^2·h y para la Zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m^2 o 440 BTU/pie^2·h

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

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

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



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

Los efectos de este tipo de incendio son:

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

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

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

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

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%,** fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

DARDO DE FUEGO
(JET FIRE)

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

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

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

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo o GLP en caso de las plantas de distribución de GLP.

Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continuara se desembocaría un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.

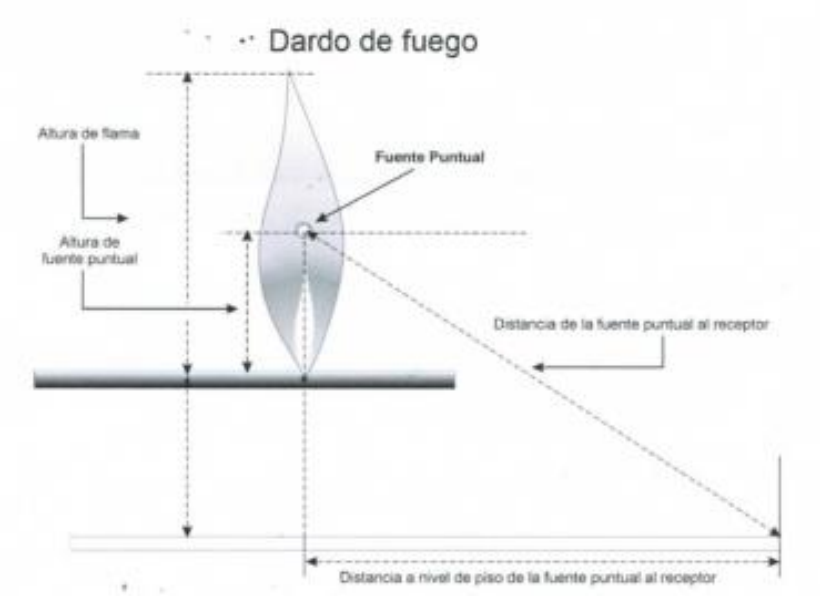


Figura I.15. Características de un dardo de fuego (jetfire).

CHARCOS DE FUEGO ("POOL FIRE")

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables, se forma un charco de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo.

Por evaporación se generan gases inflamables que en contacto con una fuente de calor generan incendio en la superficie del charco de producto. Al incendiarse se producen llamas cuya magnitud depende principalmente del diámetro del charco y del calor de combustión del producto. Este tipo de incendio también puede tener lugar en el interior de un tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.

Para los eventos de Pool Fire, las principales medidas para el control y extinción son el confinamiento del derrame y la aplicación de espuma, ya sea con cámaras de espuma en el caso de tanques de almacenamiento, hidrantes monitores de espuma en áreas de proceso o sistemas de rociadores de espuma con inundación total para casetas de bombas de proceso.

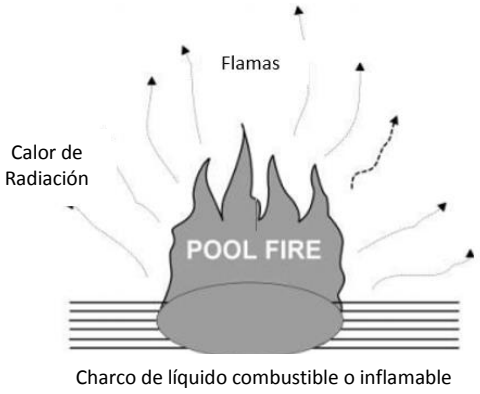


Figura. I.16. Características de un charco de fuego (pool fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

Los efectos negativos de éste tipo de evento fundamentalmente son:

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

MODELOS DE DISPERSIÓN

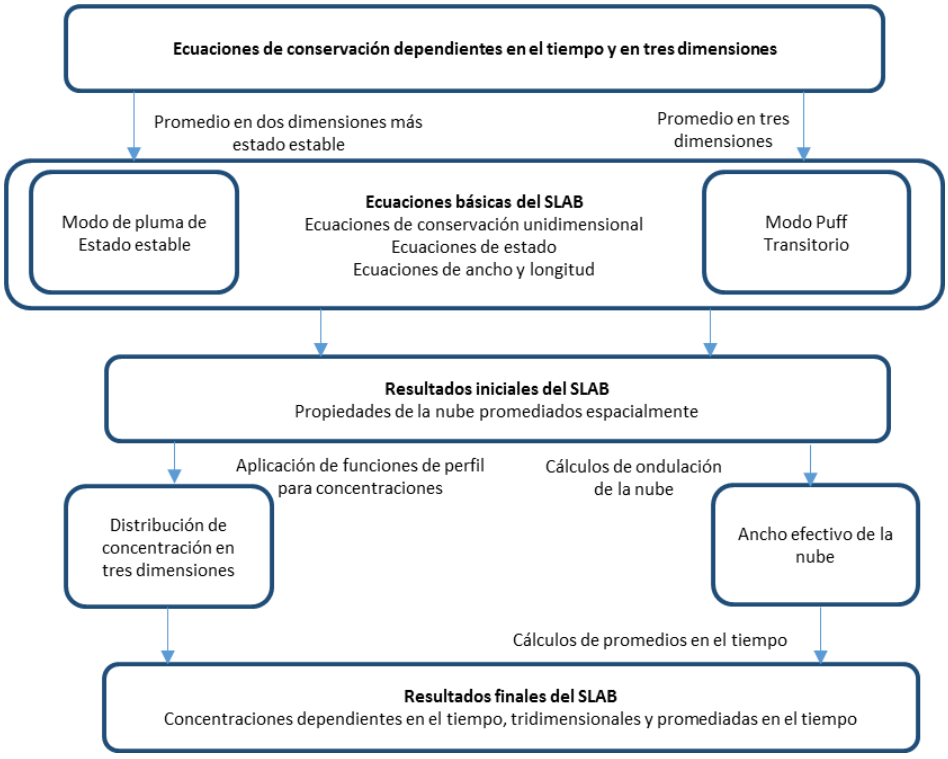
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

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

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

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

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



ONDA DE SOPRESIÓN

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

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

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

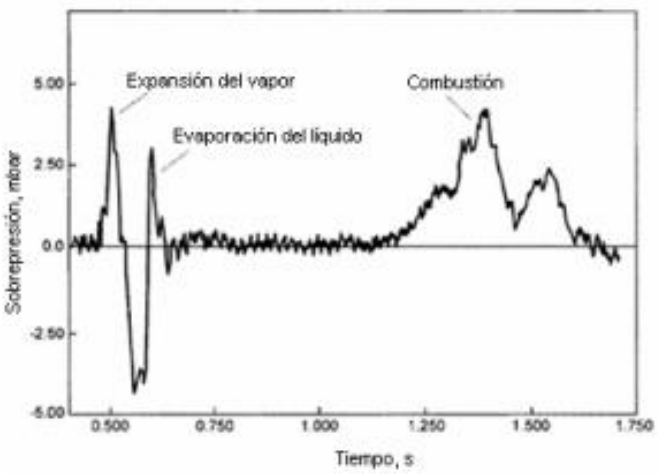


Figura. I.17. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

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

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

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

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS

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

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

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas *(Explosión detonante).* Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes *(Explosión deflagrante).*

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados

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

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

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

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

Los siguientes valores se emplearán como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

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

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, α= 0.03 -0.04. Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosione de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

Tabla I.28. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones

Sobrepresión (psi)	*Efectos*
0.02	Sonido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10 a 15 Hz)
0.03	Fractura de vidrios previamente bajo esfuerzo.
0.04	Ruido fuerte y fractura de vidrio.
0.1	Fractura de ventanas y pequeños vidrios bajo esfuerzo.
0.15	Presión típica de fractura de vidrios.
0.3	Distancia segura (probabilidad de 0.95 de no recibir daño grave) Daño de techos de tejas. Límite de alcance de proyectiles producto de la explosión. Torre de enfriamiento: falla de las mamparas.
0.4	Daño estructural menor y limitado.
0.15 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas. Daño a los marcos de las ventanas.
0.7	Daño menor a la estructura de casas.
1.0	Destrucción parcial de casas, quedan inhabitables.
1 – 2	Asbesto corrugado completamente estrellado, paneles de aluminio o acero, corrugado deformados. Paneles de madera elevados.
1.3	Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados.
2	Colapso parcial de paredes y techos de las casas. Calentador: fracturas de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas y medidores. Filtros: falla de paredes de concreto.
2 – 3	Fractura de paredes de ladrillo.
2.3	Daño estructural serio.
2.5	Destrucción del 50% de paredes de ladrillo.
3	Pocos daños en maquinaria pesada en edificios industriales. Tanque de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (50% llenado.)
3 – 4	Demolición de edificios de estructura de acero.
4	Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible. Reactor químico: partes internas dañadas.
5	Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados. Ventilador: carcaza y cajas dañadas.
5 – 7	Destrucción casi completa de casa
6	Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado)
7	Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados. Reactor catalítico: partes internas dañadas.
7.5	Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
7 – 8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Paredes de ladrillo completamente destruidas

Tabla I.28. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones

Sobrepresión (psi)	***Efectos***
9	Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe
	Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados
	Reactor químico: unidad destruida
	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
9.5	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida
10	Cambiador de calor: unidad destruida
	Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos
	Destrucción total de edificios
	Daños severos a maquinaria pesada
	Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida
	Transformador eléctrico: unidad destruida
	Ventilador: unidad destruida.
12	Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas
	Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos
	Filtro: unidad destruida
	Reactor catalítico: unidad destruida
	Columna de extracción: unidad destruida
	Turbina de vapor: controles dañados
14	Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe
	Bomba: líneas de fuerza dañadas
	Turbina de vapor: tubería rota
16	Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes
	Recipiente vertical a presión: unidad destruida
20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida
>20	Bomba: unidad se mueve de sus cimientos
	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo
300	Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos
	Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos
	Límite del cráter

8. ANÁLISIS (EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P.– como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador ***SCRI – Fuego***.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

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

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 *Guidanceon the Aplication of Rifined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

9. ZONAS DE SALVAGUARDAS.

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para la Planta de Distribución de GLP propiedad ***ENE GAS S.A. DE C.V.***, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP, el cual es empleado en la *instalación*, puede encenderse, así como de la rapidez con que, al ser encendido, sus llamas son diseminadas.

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

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

- 5 kW/m^2 – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m^2 – Zona de Amortiguamiento
- 12.5 kW/m^2 – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

Explosividad

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura.

En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- 1.0 lb/plg^2 – Zona de Alto Riesgo.
- 0.5 lb/plg^2 – Zona de Amortiguamiento.
- 3 lb/plg^2- Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10 lb/plg^2- Zona de alto riesgo por daño a equipos.

*

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD

ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO II

Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones.

ENE GAS S.A. DE C.V.

La Fracción deducida de la Fracción "A" Resultante de la fusión, rectificación y segregación de los lotes de terreno números ciento cinco y ciento ocho del ejido denominado "Gavilán sur, Gavilán sur Bis o Rabasa", en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

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

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

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

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

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

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

- **Peor caso (Catastrófico):** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, la cual resulta en la mayor distancia hasta alcanzar los límites por toxicidad, sobrepresión o radiación térmica.

- **Caso más probable:** con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

- **Caso alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

A continuación, se presenta la descripción de los eventos que pudieran presentarse en el proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **"Ene Gas, S.A. de C.V."**:

Tabla II.1 Descripción de los eventos susceptibles de presentarse durante la operación de las instalaciones.

Nombre	Descripción
Flamazo (flash fire)	Proviene cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, formando una nube de gas. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo, cuya consecuencia primaria es la radiación térmica generada durante el proceso de combustión, sin embargo, dicho proceso tiene una corta duración, por lo tanto, los daños son de baja intensidad. Generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables.
Dardo de fuego (jet fire)	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
Bola de fuego (fire ball)	Resulta de la ignición de una mezcla líquido-vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)	Se produce por la explosión del vapor a alta presión generado por la brusca ebullición de un líquido liberado súbitamente de un recipiente y que, en condiciones ambientales de presión, de temperatura o de presión y temperatura, sería un gas. Las sustancias que producen una BLEVE son los líquidos sobrecalentados, los gases licuados a presión y los gases criogénicos. La causa de la explosión es la rotura del recipiente, que puede ser debida a una sobrepresión, a un impacto externo o a un fallo mecánico.
Explosión por una nube de vapor	Se puede definir como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable procedente de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera. De toda la masa de gas que se dispersa solo una parte de este se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresión por la explosión.

Por otra parte, es importante señalar que la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el software **SCRI – Fuego Ver. 2.0,** el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en las instalaciones harán uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

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

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LAS MODELACIONES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

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

Las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. fueron calculadas considerando este como una mezcla propano/butano, en proporciones 60-40%. En tanto que las condiciones de operación de manera general fueron especificadas en el apartado I.3 de la presente guía y de forma puntual en el desarrollo de cálculo de cada uno de los escenarios a modelar en función de dichas propiedades y de la información técnica proporcionada por el Promovente, tal como memoria técnico descriptiva y planos de las instalaciones.

Tabla II.2 Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano (60%) / Butano (40%)

	Fracción molar	zc
Propano	0.6	0.276
Butano	0.4	0.274

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.7100	44.097	58.123
Punto de ebullición (ºK)	247.7300	231.02	272.66
Temperatura crítica (ºK)	391.9460	369.83	425.12
Presión critica (Pa)	4067000	4248000	3796000
Volumen crítico (m^3/kmol)	0.22	0.2	0.255
Calor de vaporización (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m^3)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m^3)	2.01	2.417	2.7093
Capacidad calorífica del gas a temperatura de referencia (J/kg K)	1678.19	0	0
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. ºK)	2271.06	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometria (%)	--	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

- **Clase de emisión.**

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

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

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

Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:
1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:

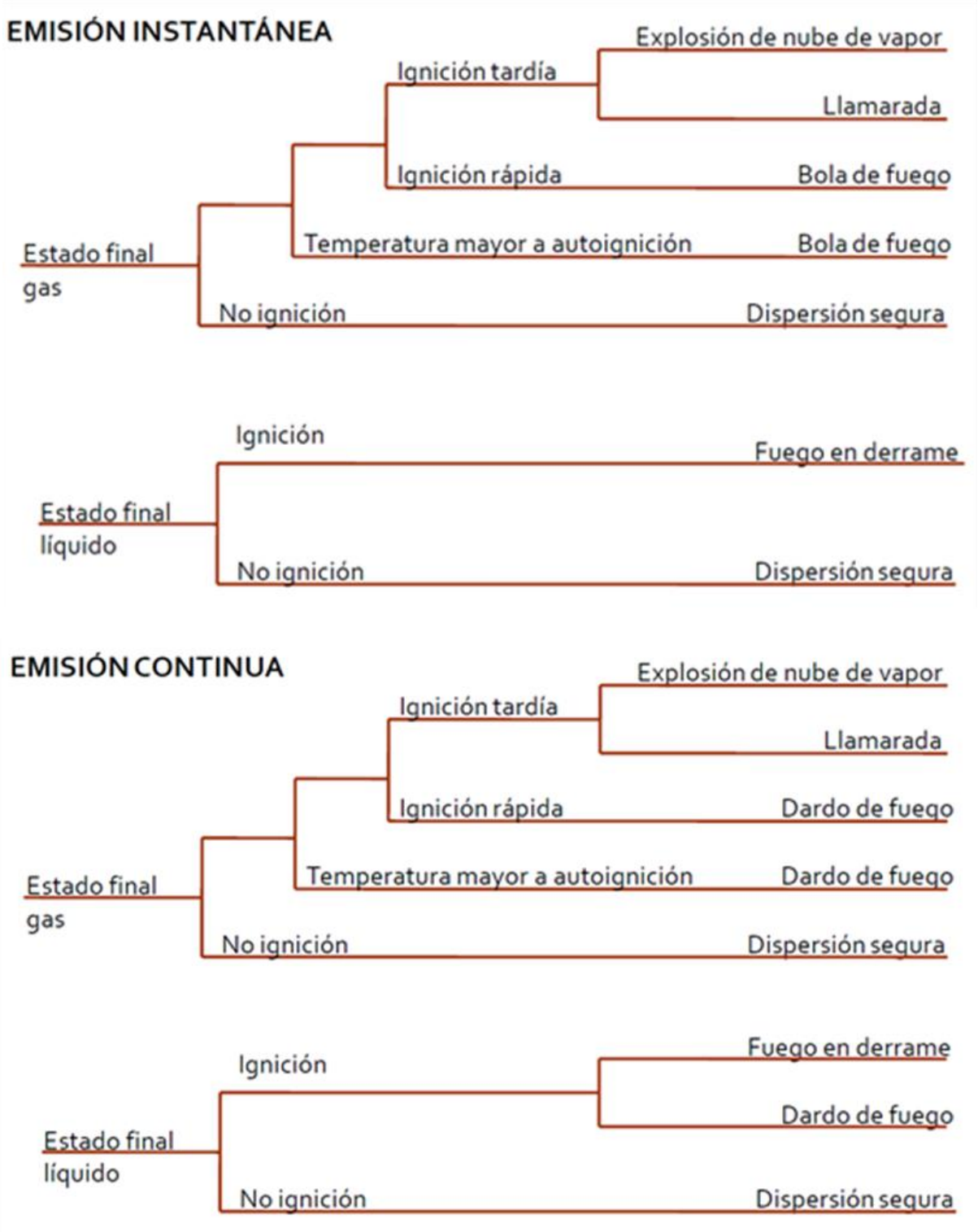


Figura. II.1. Árbol de evento en caso de fuga de GLP (líquido o vapor).

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

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

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

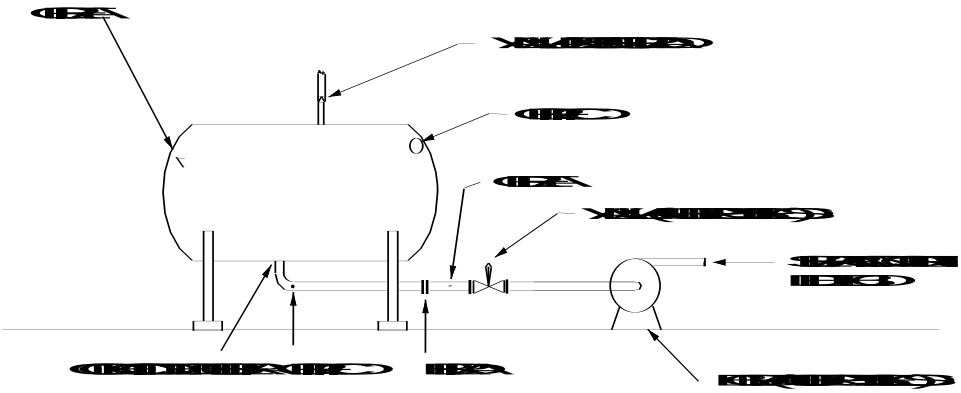


Fig. II.2. Esquematización de las diferentes fuentes de emisión.

En un proceso continuo, al presentarse una fuga, el material continuará liberándose hasta que ésta sea interrumpida; el tiempo que conlleva dependerá del tiempo para detectar la fuga, y el tiempo para tomar las acciones correctivas una vez que hayan sido decididas.

Por lo anterior se tomaron en consideración los valores sugeridos en el *Purple Book* de TNO, donde se menciona que los tiempos de duración de una fuga dependerán del tipo de sistemas para bloquear o controlar la misma. En tanto, se tiene un tiempo de 120 segundos para sistemas automáticos de detección y cierre, 600 segundos para sistemas controlados remotamente y de 1800 segundos para sistemas de bloqueo operados manualmente.

Para la selección de diámetro Equivalente de Fuga (DEF) para el caso más probable se consideraron los criterios establecidos en la Tabla II.3, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos mecánicos en equipo rotatorio, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.

Tabla II.3. Diámetro equivalente de fuga para el caso más probable.

	Diámetro equivalente de fuga
Línea de proceso ¾" ≤DN≤ 2"	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
Línea de proceso 2" ≤DN≤ 4"	DEF= 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en la soldadura)
Línea de proceso 6" ≤DN	DEF= 0.75" para DN de 6" a 14" DEF= 1.25" para DN de 6" a 24" DEF= 2.0" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
Sellos mecánicos en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF= calcularlo con el 40% del área anular que resulte.

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

- **Condiciones meteorológicas.**

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

Tabla II.4. Condiciones meteorológicas del sitio.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio.	T	25.6	°C
Velocidad y dirección del viento. (Norte)	u	5.14	m/s
Humedad relativa del sitio.	H_w	85	%
Presión atmosférica.	P_A	1.013	bar

Fuentes:
Por medio del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00030107 MINATITLÁN, ubicada a una altura de 35.0 msnm en las coordenadas latitud: 17°59'20" N-Longitud: 094°33'31" W, se obtuvo la siguiente información climática para un periodo comprendido entre 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 25.6°C, una temperatura máxima normal de 30.6°C y mínima normal de 20.6 °C.
Humedad, velocidad y dirección de viento: https://es.windfinder.com/windstatistics/coatzacoalcos
Presión atmosférica: En función de la altura del lugar, 35.0 metros sobre el nivel del mar.

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

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

Tabla II.5. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m²	**12.5 kW/m²**	**ALTO RIESGO 5 kW/m²**	**AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m²**
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.
Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.

Tabla II.6 Zonas de afectación por sobrepresión.

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

Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier
Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede afirmar que, dadas las medidas de seguridad con la cual contará la planta de distribución de gas l. p. es poco probable que se materialice un escenario de riesgo. Asimismo, es importante señalar que, dentro de los escenarios identificados, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia, es decir, casos más probables, como son los escenarios No. 1, 4, 6, 7, 8, 9 y 10. Y que, en el caso de materializarse, estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Cabe señalar que el desarrollo del escenario 2 (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3, que, a su vez, es considerado como el evento iniciador que desencadena el evento 5, estos eventos (3 y 5) son considerados como catastróficos o peores casos (de menor probabilidad, pero de mayor daño). No obstante, es importante aclarar que, para efectos de determinar las zonas máximas de afectación, se consideró aquel que involucra la liberación masiva del recipiente con mayor capacidad de almacenamiento.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

A continuación, se presentan los cálculos correspondientes.

ESCENARIO 001
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA ANTE UN MOVIMIENTO INESPERADO DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido.}$	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051\ m)^2}{4} = 0.00204\ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0\ m)(0.00204\ m^2) = 0.00613\ m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$
$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\ m)(0.00204\ m^2) = 0.0143\ m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen\ total = 0.00613\ m^3 + 0.0143\ m^3 = 0.02043\ m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|\frac{591.82\ kg}{m^3}\right| 0.02043\ m^3| = 12.08982\ kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Se supone que el escape accidental de **12.08982 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una

llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.03 hasta 8.67 m	3.65 m	8.67 m
L.I.I. 1.8%	0.02 hasta 4.44 m	2.80 m	4.44 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) desde el 0.02 de la fuga hasta los 4.44 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará hasta los 8.67 m en dirección del viento.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 8.67 m y fatalidades en un radio de 4.44 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA (NVNC)

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **12.08982 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	***10.0 psi*** **Distancia de la explosión**	***3.0 psi*** **Distancia de la explosión**	***1.0 psi*** **Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Daños por la explosión de la nube no confinada	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m

ESCENARIO 002
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE EL SÚBITO DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO, MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido.}$	591.820	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	7.0	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la válvula de descarga.	Ø	2	in
Capacidad nominal de líquido del compresor.	L	473	L/min
Desplazamiento del compresor.	Q_v	39.1	m^3/hr
Tiempo de respuesta.	t	30	s

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.00204\ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0\ m)(0.00204\ m^2) = 0.00613\ m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$
$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\ m)(0.00204\ m^2) = 0.01430\ m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen\ total = 0.00613\ m^3 + 0.01430\ m^3 = 0.02043\ m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|591.82\ \frac{kg}{m^3}\right| 0.02043\ m^3| = 12.08982\ kg$$

Se considera que esta masa entra a la atmósfera a través de una emisión instantánea.

Pero debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor en un tiempo de medio minuto la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento hasta el semirremolque. El compresor tiene una capacidad nominal de líquido de 473 LPM con desplazamiento de vapor de 39.1 m^3/hr.

Masa de Gas L.P. que se fuga por la acción del compresor:

$$(\rho_{líq})(V)(t) = masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ compresor}$$

$$Capacidad\ nominal\ del\ líquido\ del\ compresor\ 473\ L/\min = 0.473\ m^3/min$$

$$\left(591.82\frac{kg}{m^3}\right)(0.473\ m^3/min)(0.5\ min) = 139.96543\ kg$$

Masa total liberada:

$$masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ compresor} + masa\ Gas\ L.P._{\cdot manguera+tubería}$$

$$\boldsymbol{masa_{total-liberada} = 152.055251\ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Tasa de emisión (QS): Caudal de la masa de la fuente.	4.6655	Kg/s
Área de la fuente (AS) $AS = \frac{RHOSL * A_r}{\rho_m}$	0.1729	m^2
Altura de la fuente (HS) (Para un chorro horizontal es la altura a la que se encuentra la emisión)	0.6	m
Temperatura del material de la fuente (TS) $TS = \left(\frac{1}{\gamma}\right) * \left[1 + (\gamma - 1) * \left(\frac{P_a}{P_{st}}\right)\right] * T_{st}$	273.51	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO) $CMEDO = 1.0 - CPSL * \left[\frac{(T_{ST} - TBP)}{DHE}\right]$	0.7150	Adimensional
Duración de emisión continua:	0.5	min

Temperatura de ebullición **(TBP)**=	247.7300	K
Calor especifico del material en la fase líquida a TBP **(CPSL)** =	2271.06	J/Kg K
Calor de vaporización a temperatura de ebullición TBP **(DHE)** =	406524.42	J/kg
Temperatura en almacenamiento (T_{st})=	298.75	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7150	
gamma (Cp/CV) radio de calores especificos **(γ)=**	1.11	
Presión atmosférica ambiental (**Pa**)=	101300	Pa
Presión de almacenamiento (P_{st})=	686465.5	Pa
Temperatura de almacenamiento (T_{st})=	298.75	K
Temperatura del material en la fuente (TS)=	273.51	**K**
Fracción de masa líquida inicial (**CMEDO**)=	0.7150	
Densidad del líquido del material en la fuente (**RHOSL**)=	591.82	kg/m^3
Densidad del vapor del material a temperatura de ebullición TBP (**RHOS**)=	2.01	kg/m^3
Densidad de la mezcla vapor-liquido (pm)=	6.9924	**kg/m^3**

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.70 hasta 28.48 m	5.49 m	28.48 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.68 hasta 17.32 m	3.84 m	17.32 m
Para L.S.I. 9.3%	1.86 hasta 4.84 m	0.77 m	4.84 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor con capacidad real de 473 L.P.M. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.68 hasta los 17.32 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 28.48 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 28.48 m y fatalidades en un radio de 17.32 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE).

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de la válvula de descarga del semirremolque equivalente a 4.6655 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		**Zonas de seguridad**	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.4 kW/m^2**
11.99 m	20.30 m	31.49 m	57.91 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **152.0553** kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
20.58 m	41.99 m	95.86 m	162.94 m

ESCENARIO 003
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL CALENTAMIENTO DE ESTE A CAUSA DE LA RADIACIÓN TÉRMICA QUE GENERA EL DARDO DE FUEGO ORIGINADO POR EL CHORRO PRESURIZADO QUE SE DESPLAZA HORIZONTALMENTE A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción.	**Símbolo**	**Cantidad**	**Unidades**
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación.	%	0.8	%
Volumen en operación.	Vr	38000	L
	Vr	38.0	m³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas.	Vl	9500	L
	Vl	9.5	m³
Masa del volumen en operación.	**mt**	**22,489.16**	kg
Masa de la fase gas del volumen en operación.	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar.	**%E**	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm.	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T_0	348.246	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E_{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	$\mathbf{m_{TNT}}$	**103.143**	kg

a) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
18.18 m	37.10 m	84.68 m	143.94 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	**12.5 kW/m²**	**ALTO RIESGO 5 kW/m²**	**AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m²**
169.42 m	328.23 m	526.77 m	983.59 m

CARACTERISTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	163.71 m
Altura al centro de la bola de fuego	122.79 m
Duración de la bola de fuego	12.70 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (T=12.70 S)				
Efecto	Radiación kW/m²	Dosis (W/m2)^4/3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²)^4/3 s	4.16	85.00	586.45	573.45
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²)^4/3 s	9.34	250.00	398.20	378.79
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²)^4/3 s	15.72	500.00	310.51	285.20
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²)^4/3 s	44.45	2000.00	188.81	143.43

ESCENARIO 004
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. EN CONEXIONES, ACCESORIOS O INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA DE GAS LÍQUIDO DE LA TOMA DE RECEPCIÓN, DEBIDO A SOBREPRESIÓN DE LA LÍNEA DURANTE LA DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	*M*	49.71 (*kg/kmol*)
Constante de los gases	*R*	8314 *J/kmol·K*)
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42 (*J/kg*)
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73 °K
Temperatura de almacenamiento	T_s	398.96 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	541286.3743 Pa

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

p_a =	**101300**	**Presión ambiental (*Pa*)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m^3*)
***g* =**	9.806	Aceleración de la gravedad (*m/s^2*)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	541286.3743	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
p_h =	541286.3743	*Presión en el agujero (Pa)*

En tanto que la presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s}\right)\right]$$

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

A_0 =	**8.10732E-05**
A_1 =	1
β^4 =	8.10732E-05

C = **0.65** **Coeficiente de descarga (adimensional)**
β^4 = 6.57286E-09

K = 0.65000

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 =	**8.10732E-05**	**Área del agujero (m^2)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h =	541286.3743	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a =	101300	Presión ambiental (*Pa*)
K =	0.65000	Adimensional
E =	1.20259	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un **tiempo de respuesta** de **10 minutos** se tendrá una **masa emitida** de **721.5581 kg**

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción es equivalente a 1.202596 kg/s. Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.76 hasta 13.05 m	1.65 m	13.05 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.83 hasta 6.13 m	0.84 m	6.13 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4” alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.83 hasta los 6.13 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 13.05 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 13.05 m y fatalidades en un radio de 6.13 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción equivalente a **1.20259 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.4 kW/m^2**
6.25 m	10.60 m	16.45 m	30.26 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **721.5581** kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
34.58 m	70.57 m	161.08 m	273.81 m

ESCENARIO 005
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 2: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE. AL MOMENTO DE SUCEDER LA BLEVE EL RECIPIENTE SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD.

PARÁMETROS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%	V	110,000	L
% de operación	%	0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	88,000	L
	V_r	88	m³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	22,000	L
	V_l	22	m³
Masa del volumen en operación	m_l	**52,080.16**	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	44.22	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	298.75	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	**Hv**	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	**Cp**	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	**87.146**	kg

a) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
17.18 m	35.07 m	80.05 m	136.08 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**ALTO RIESGO 5 kW/m^2**	**AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m^2**
175.88 m	365.56 m	595.11 m	1118.05 m

CARACTERISTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	216.60 m
Altura al centro de la bola de fuego	162.45 m
Duración de la bola de fuego	15.90 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t= 15.90 s)				
Efecto	**Radiación kW/m^2**	**Dosis (W/m2)^4/3 s**	**Distancia (m)**	
			Centro BF	**A nivel de piso**
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m^2)^4/3 s	3.52	85.00	723.88	705.42
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m^2)^4/3 s	7.90	250.00	491.51	463.89
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m^2)^4/3 s	13.29	500.00	383.28	347.15
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m^2)^4/3 s	37.58	2000	233.06	167.11

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

ESCENARIO 006
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES.

FUGA DE GAS L.P. CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DE LA VÁLVULA DE LLENADO DEL AUTO-TANQUE, DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN DEL OPERADOR, MIENTRAS LA BOMBA SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de bombeo.	Cap	189	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Longitud de la tubería. (51 mm Ø)	L_t	6	m
Diámetro de la tubería.	$ø_t$	0.051	m
Longitud de la tubería. (76 mm Ø)	L_t	0	m
Diámetro de la tubería.	$ø_t$	0.076	m
Longitud de la manguera	L_m	7.00	m
Diámetro de la manguera.	$Ø_m$	0.051	m
Tiempo de respuesta.	t	0.5	min
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y tubería de 51 mm: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051\ m)^2}{4} = 0.00204\ \ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$v_{Liq-mang} = LA$; $v_{Liq-manguera} = LA = (7.0\ m)(0.00204\ \ m^2) = 0.0143\ m^3$

Volumen del líquido atrapado en la tubería (51 mm Ø):

$v_{Liq-tubería} = LA = (6\ m)(\ 0.00204\ m^2) = 0.01225\ m^3$

Volumen total: 0.02655 m³

Peso de este volumen: $\left|591.82\ \frac{kg}{m^3}\right| 0.02655\ m^3| = \mathbf{15.7168}\ \boldsymbol{kg}$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$(\rho_{líq})(V)(t) = masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba}$

$$Capacidad\ de\ la\ bomba\ 189\ L/\min = 0.189\ m^3/min = \mathbf{1.8642}\ \boldsymbol{kg/s}$$

$$\left(591.82\frac{kg}{m^3}\right)(0.49\ m^3/min)(0.5\ min) = \mathbf{55.9269\ kg}$$

Masa total liberada: $masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba} + masa\ Gas\ L.P._{\cdot tubería}$

$$\boldsymbol{masa_{total-liberada} = 71.6437\ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	0.03 hasta 10.04 m	4.17 m	10.04 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.02 hasta 5.28 m	3.20 m	5.28 m

La emisión instantánea producto de la fuga del contenido atrapado en la manguera y la tubería de líquido alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.02 hasta 5.28 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 0.03 hasta 10.04 m.En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 10.04 m y fatalidades en un radio de 5.28 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.46 hasta 16.23 m	3.26 m	16.23 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.48 hasta 9.59 m	2.28 m	9.59 m
Para L.S.I. 9.3%	1.74 hasta 2.24 m	0.15 m	2.42 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 189 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.48 hasta 9.59 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.46 hasta 16.23 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los

niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.23 m y fatalidades en un radio de 9.59 m en dirección del viento.

c) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los autotanques, se desprende la manguera del autotaque, emitido **1.86423 kg/s**, en función de la capacidad de la bomba (189 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jetfire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5.0 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.4 kW/m^2**
7.71 m	13.08 m	20.29 m	37.33 m

d) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
16.01 m	32.68 m	74.59 m	126.79 m

ESCENARIO 007
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES/BOMBAS

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	30	min
Diámetro del orificio.	Ø	0.25	in

***Tiempo de fuga propuesto en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta.*

Cálculo del flujo de descarga:

La presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b}-\frac{1}{T_s}\right)\right]$$

PM	**49.71**	**Peso molecular (*kg/kmol*)**
***R* =**	8314	Constante de los gases (*J/kmol·K*)
***λ* =**	406524.42	Calor de vaporización a T_b (*J/kg*)
***T_b* =**	247.73	Temperatura normal de ebullición (*K*)
***T_s* =**	298.75	Temperatura de almacenamiento (*K*)
***p_s* =**	**541286.3743**	***Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)***

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

***p_a* =**	**101300**	**Presión ambiental (*Pa*)**
***ρ_s* =**	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
***g* =**	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	541286.3743	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
***p_h* =**	**541286.3743**	***Presión en el agujero (Pa)***

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

A_0 =	**3.1669E-05**
A_1 =	1
β^4 =	3.1669E-05

C =	**0.65**	**Coeficiente de descarga (adimensional)**
β^4 =	1.00294E-09	
K =	0.65000	

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 =	**3.16692E-05**	**Área del agujero (m^2)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h =	541286.3743	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a =	101300	Presión ambiental (*Pa*)
K =	0.65000	Adimensional
E =	**0.4698**	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un tiempo de respuesta de 30 minutos se tendrá una masa emitida de **845.5759 kg.**

A) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de una abertura de ¼" en el sello de la bomba es de **0.4698 kg/s**. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidades superiores a la del aire, por lo que tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.15 hasta 6.15 m	1.05 m	6.15 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.29 hasta 2.50 m	0.25 m	2.50 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 189 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.29 hasta 2.50 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.15 hasta 6.15 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles

de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 6.15 m y fatalidades en un radio de 2.50 m en dirección del viento.

B) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los autotanques, se desprende la manguera del autotaque, emitido **0.4698 kg/s,** en función de la capacidad de la bomba (189 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jetfire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5.0 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.4 kW/m^2**
4.00 m	6.77 m	10.50 m	19.30 m

C) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **845.5759 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
36.45 m	74.40 m	169.83 m	288.68 m

ESCENARIO 008
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

SI DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO AL MULTIPLE 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.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	M	49.71 (*kg/kmol*)
Constante de los gases	R	8314 *J/kmol·K*)
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42 (*J/kg*)
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73 °K
Temperatura de almacenamiento	T_s	298.75 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	541286.37 Pa

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.

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

p_a =	**101300**	**Presión ambiental (*Pa*)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
g =	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (*m*)
p_s =	541286.37	Presión de vapor del líquido a T_s (*Pa*)
p_h =	541286.37	*Presión en el agujero (Pa)*

En tanto que la presión de vapor del líquido a Ts (Pa):

$$p_s = 101325Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s}\right)\right]$$

***M* =**	**49.71**	**Peso molecular (*kg/kmol*)**
***R* =**	8314	Constante de los gases (*J/kmol·K*)
***λ* =**	406524.42	Calor de vaporización a T_b (*J/kg*)
T_b =	247.73	Temperatura normal de ebullición (*K*)
T_s =	298.75	Temperatura de almacenamiento (*K*)
p_s =	541286.37	*Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)*

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \qquad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

A_0 =	**0.00018241**
A_1 =	1
B^2 =	0.00018241

C =	**0.65**	**Coeficiente de descarga (adimensional)**
β^4 =	3.32751E-08	
***K* =**	0.65000001	

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

A_0 =	**0.0001824**	**Área del agujero (m^2)**
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (*kg/m3*)
p_h =	541286.37	Presión en el agujero (*Pa*)
p_a =	101300	Presión ambiental (*Pa*)
***K* =**	0.65	Adimensional
***E* =**	2.7058	**Tasa de emisión (*kg/s*)**

Considerando un **tiempo de respuesta** de **10 minutos** se tendrá una **masa emitida** de **1623.5059 kg**

a) Dispersión de una nube inflamable y llamarada (flash fire)

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado es equivalente a 2.7058 kg/s. Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Emisión de chorro horizontal:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.59 hasta 22.67 m	2.54 m	22.67 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.70 hasta 12.20 m	1.55 m	12.20 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.6" alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.70 hasta los 12.20 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 22.67 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 22.67 m y fatalidades en un radio de 12.20 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado equivalente a 2.7058 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		**Zonas de seguridad**	
37.5 kW/m^2	**12.5 kW/m^2**	**Alto riesgo 5 kW/m^2**	**Amortiguamiento 1.5 kW/m^2**
9.24 m	15.64 m	24.26 m	44.62 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
45.31 m	92.26 m	211.06 m	358.77 m

ESCENARIO 009
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA PUNTA POL DEL ACOPLADOR DE LLENADO DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UN ERROR DEL OPERADOR DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido}$	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	2.00	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.013	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera: $(\pi d^2/4)$ m²; $a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.013m)^2}{4} = 0.000133\ m^2$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$v_{Liq-mang} = LA$; $v_{Liq-manguera} = LA = (2.00\ m)(0.000133\ m^2) = 0.000265\ m^3$

Masa de este volumen: $\left|\frac{591.82\ kg}{m^3}\right| 0.000265\ m^3| = 0.157\ kg$

Se supone que el escape accidental de **0.157 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada o *flash fire* y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Sin embargo, dicha cantidad de masa de GLP emitida a la atmósfera formaría un volumen de 0.078 m^3 de una nube de vapor inflamable la cual alcanzaría las concentraciones de interés LII en el punto de origen de la fuga. Por lo que se puede decir que la llamarada sólo tendría consecuencias en ese punto.

a) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		**Zonas de Seguridad**	
		Radio de la zona de alto riesgo	**Radio de la zona de amortiguamiento**
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m

ESCENARIO 010
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

FUGA DEL CONTENIDO TOTAL DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE DE 30 KG.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Masa del gas liberado	m	30.00	kg

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE). EMISIÓN INSTANTÁNEA.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:
+++++++++

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.04 hasta 14.16 m	5.71 m	14.16 m
L.I.I. 1.8%	0.03 hasta 7.76 m	4.45 m	7.76 m
L.S.I. 9.3%	0.05 hasta 0.84 m	1.59 m	1.65 m

La nube de gas formada por la fuga de Gas L.P. debida a la fuga de contenido total de un recipiente transportable, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.03 m hasta 7.76 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.04 m hasta 14.16 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 14.16 m y fatalidades en un radio de 7.76 m en dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a 30 kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos. Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	***3.0 psi***	***1.0 psi***	***0.5 psi***
11.98 m	24.45 m	55.80 m.	94.86 m.

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "ENE GAS, S.A. DE C.V." Moloacán, Veracruz.

Tabla II.7 Daños ocasionados por la explosión de una Nube de Vapor No Confinada de gas l.p. (ondas de sobrepresión)

EVENTO	SUBSISTEMA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN* RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción de semirremolques.	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m
2	Recepción de semirremolques.	20.58 m	41.99 m	95.86 m	162.94 m
4	Recepción de semirremolques.	34.58 m	70.57 m	161.08 m	273.81 m
6	Suministro a auto-tanques	16.01 m	32.68 m	74.59 m	126.79 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	36.45 m	74.40 m	169.83 m	288.68 m
8	Llenado de recipientes transportables	45.31 m	92.46 m	211.06 m	358.77 m
9	Llenado de recipientes transportables	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m
10	Llenado de recipientes transportables	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

Tabla II.8 Daños ocasionados por un dardo de fuego.

EVENTO	SUBSISTEMA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN* RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
2	Recepción de semirremolques.	11.99 m	20.30 m	31.49 m	57.91 m
4	Recepción de semirremolques.	6.25 m	10.60 m	16.45 m	30.26 m
6	Suministro a auto-tanques	7.71 m	13.08 m	20.29 m	37.33 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	4.00 m	6.77 m	10.50 m	19.30 m
8	Llenado de recipientes transportables	9.24 m	15.64 m	24.26 m	44.62 m

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

Tabla II.9. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en un recipiente.

EVENTO	SUBSISTEMA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN* RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción de semirremolques.	18.18 m	37.10 m	84.68 m	143.94 m
5	Almacenamiento	17.18 m	35.07 m	80.05 m	136.08 m

Tabla II.10. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)

EVENTO	SUBSISTEMA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN* RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
3	Recepción de semirremolques.	169.42 m	328.23 m	526.77 m	983.59 m
5	Almacenamiento	175.88 m	365.56 m	595.11 m	1118.05 m

Tabla II.11. 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
Diámetro $\left[D_{max} = 5.8M^{1/3}\right]$	163.71 m	216.60 m
Altura $[H = 0.75D_{max}]$	122.79 m	162.45 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	15.9 s

En el Apartado A se integra el Anexo No. 2 "Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados"

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

Tabla II.12 Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 4.44 m	Distancia X=	Desde 0.03 hasta 8.67 m
		Y de exclusión=	2.80 m	Y de exclusión=	3.65 m
		Dist. Máx=	4.44 m	Dist. Máx=	8.67 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.68 hasta 17.32 m	Distancia X=	Desde 1.70 hasta 28.48 m
		Y de exclusión=	3.84 m	Y de exclusión=	5.49 m
		Dist. Máx=	17.32 m	Dist. Máx=	28.48 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.83 hasta 6.13 m	Distancia X=	Desde 1.76 hasta 13.05 m
		Y de exclusión=	0.84 m	Y de exclusión=	1.65 m
		Dist. Máx=	6.13 m	Dist. Máx=	13.05 m
6	Suministro a auto-tanques (Emisión Instantánea)	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 5.28 m	Distancia X=	Desde 0.03 hasta 10.04 m
		Y de exclusión=	3.20 m	Y de exclusión=	3.20 m
		Dist. Máx=	5.28 m	Dist. Máx=	5.28 m
	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.48 hasta 9.59 m	Distancia X=	Desde 1.46 hasta 16.23 m
		Y de exclusión=	2.28 m	Y de exclusión=	3.26 m
		Dist. Máx=	9.59 m	Dist. Máx=	16.23 m
7	Suministro a auto-tanques/ Bombas (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.29 hasta 2.50 m	Distancia X=	Desde 1.15 hasta 6.15 m
		Y de exclusión=	0.25 m	Y de exclusión=	1.05 m
		Dist. Máx=	2.50 m	Dist. Máx=	6.15 m
8	Llenado de recipientes transportables (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.70 hasta 12.20 m	Distancia X=	Desde 1.59 hasta 22.67 m
		Y de exclusión=	1.55 m	Y de exclusión=	2.54 m
		Dist. Máx=	12.20 m	Dist. Máx=	22.67 m
10	Llenado de recipientes transportables (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.03 hasta 7.76 m	Distancia X=	Desde 0.04 hasta 14.16 m
		Y de exclusión=	4.45 m	Y de exclusión=	5.71 m
		Dist. Máx=	7.76 m	Dist. Máx=	14.16 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 quem ado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

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

La definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, en su tabla 13.

Tabla II.13. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m²	**12.5 kW/m²**	**ALTO RIESGO 5 kW/m²**	**AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m²**
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.
Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.

Tabla II.14 Zonas de afectación por sobrepresión.

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

Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier
Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.

La definición y justificación de las zonas de seguridad al entorno de la instalación se sustenta en los criterios que se indican a continuación:

Tabla II.15 Zonas de afectación.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo por daño a equipos	37.5 kW/m² 12.5 kW/m²	10.0 psi 3.0 psi
Zona de alto riesgo	5 kW/m²	1.0 psi
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²	0.5 psi

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación del **EVENTO MAXÍMO CATASTRÓFICO O PEOR CASO (de menor probabilidad, pero de mayor daño) el cual corresponde a la BLEVE del recipiente,** el cual por seguridad nunca se encuentran a más del 80% de su capacidad.

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

RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo.

Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

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

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

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

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

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

SUCESO INICIAL.

Para que se materialice el escenario 5, definido como el peor caso, debe presentarse el escenario 3, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada.

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

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Paros automáticos.
- Válvulas de exceso de flujo.

Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión el tanque de almacenamiento).
- Sistema de aspersión en área de almacenamiento.

Respuestas de control, respuestas de los operadores.

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

Agentes externos.

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

- Hidrantes.
- Extintores.

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.

En el Apartado A se integra el Anexo No. 3 "Representación en planos de los Radios potenciales de afectación", en donde se representan cada uno de los eventos *identificados, máximos probables* que presentan mayor probabilidad de ocurrencia *(con respecto a los demás)* y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo, se representa el evento máximo catastrófico.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

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.

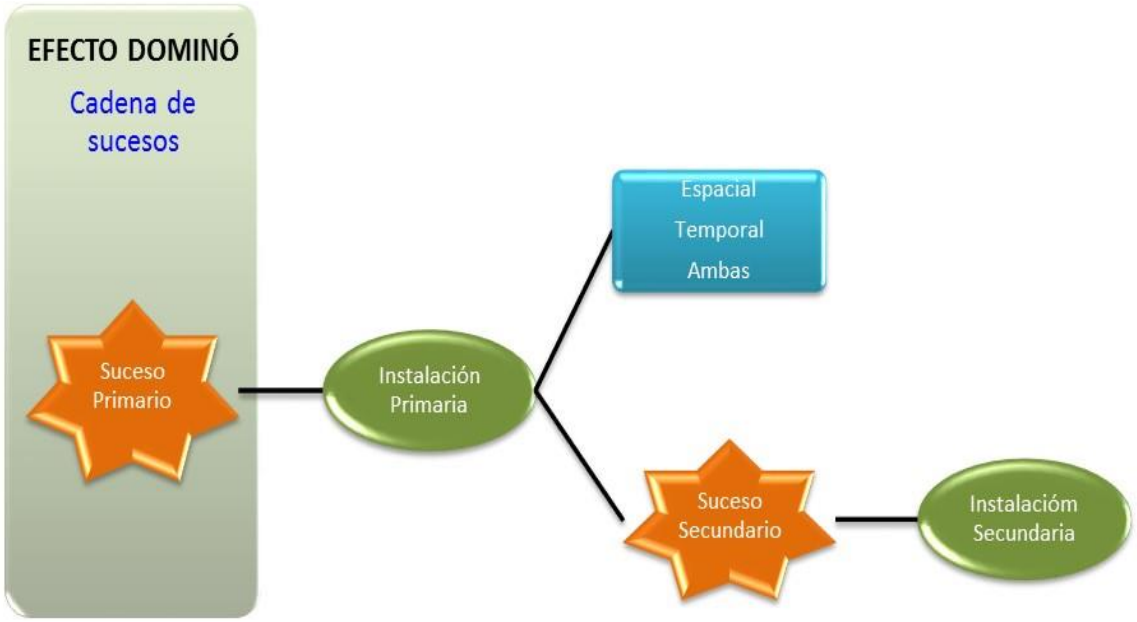


Figura. II.3. Esquematización del desarrollo del Efecto Dominó.

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

Tabla II.16 Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el Efecto Domino.

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

Es importante mencionar que de acuerdo a varios autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto dominó que se han presentado en la industria han sido en su mayoría en instalaciones fijas, siendo así un 80 % del total de los accidentes que involucran efecto dominó, mientras que el transporte involucraría sólo al 20 %. Siendo las actividades que aportan dentro de las instalaciones fijas el mayor porcentaje las de almacenamiento con un 25 % y las unidades de proceso con un 28 %, mientras que las actividades de carga y descarga aportan un 13.3 % del total.

También dichos autores señalan la distribución a través de los sistemas de transporte teniendo lo siguiente: 40 % carretera, 39 % vía de ferrocarril, 13 % barco y 8 % tubería. Genserik y Cozzani resumen las causas que han iniciado eventos dominó de la siguiente manera:

Tabla. II.17 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 siguiente:

Explosión →fuego (27.6 %)
Fuego → explosión (27.5 %)
Fuego → fuego (17.8)

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

Los estudios realizados por Cozzani et al., 2006 y Abdolhamidzadeh et al., 2010 revelaron que el no considerar el Efecto Dominó en el análisis de consecuencias conlleva a que el riesgo no sea evaluado en su magnitud real. Todo lo cual justifica que, en la actualidad, ninguna valoración de riesgo puede ser considerada completa sin incluir el análisis del Efecto Dominó (Reniers and Cozzani, 2013)

De acuerdo al análisis de consecuencias de los eventos de riesgo identificados a través de la metodología "What if?" y jerarquizados mediante la matriz de riesgos presentada, los **EVENTOS PRIMARIOS** derivan de ***fugas***, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego**, **explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**. De acuerdo a la literatura ya mencionada, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó:

Tabla. II.18 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 a la tabla II.18, para las explosiones de nubes de vapor se considerarán los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego, la radiación térmica y el impacto de fuego; mientras que para las llamaradas no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración, generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido,de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m^2, así como a 10.0, 3.0 y 1.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Cabe mencionar que a 5.0 Kw/m^2 no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.

De manera particular, dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, por lo que evidentemente las instalaciones y equipos principalmente dañados serían aquellos ubicados en las áreas que integrarán la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, toma de recepción, toma de suministro y muelle de llenado. En este caso las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la alta radiación emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión derivarían principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de escenarios, la BLEVE del semirremolque es un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un eventoalterno (escenario 002), el cual está relacionado con la formación de un dardo de fuego debido a la pronta ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque, y que incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente debido a la radiación térmica recibida, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión interna y la expansión de líquido a vapor proporciona la energía necesaria para romper el contenedor, provocando una BLEVE. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, por lo que tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, sin embargo, este evento se considera para predecir un daño máximo representativo.

Como resultado de la BLEVE del semirremolque se tendrán ondas de sobrepresión, proyección de fragmentos y radiación térmica. Dichos efectos de daño directo, son causas de propagación, favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, aportándole mayor importancia a aquellas consecuencias que devengan en daños a unidades de proceso o recipientes que almacenen alguna sustancia química peligrosa. De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego. Por su parte, los autores *Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan* que se tiene una probabilidad del 99% de que se presente lafalla catastrófica de un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente. Por lo que se identifica al escenario 005, como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino con instalaciones o equipos ajenaos a la instalación, por ser el que arroja los radios de afectactación con mayor dimensionamiento. En este caso los efectos serán tanto mecánicos como térmicos, es decir, la radiación térmica producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque.

Tabla. II.20. Zonas totales de afectación originadas por la BLEVE del recipiente de 110 m^3

	Sobrepresión		Radiación Térmica	
Zona de amortiguamiento	**0.5 psi**	136.08 m	**1.4 kW/m²**	1118.05 m
Zona de alto riesgo	**1.0 psi**	80.05 m	**5.0 kW/m²**	595.11 m
Zona de alto riesgo por daño a equipos	**3.0 psi**	35.07 m	**12.5 kW/m²**	365.56 m
	10.0 psi	17.18 m	**37.5 kW/m²**	175.88 m

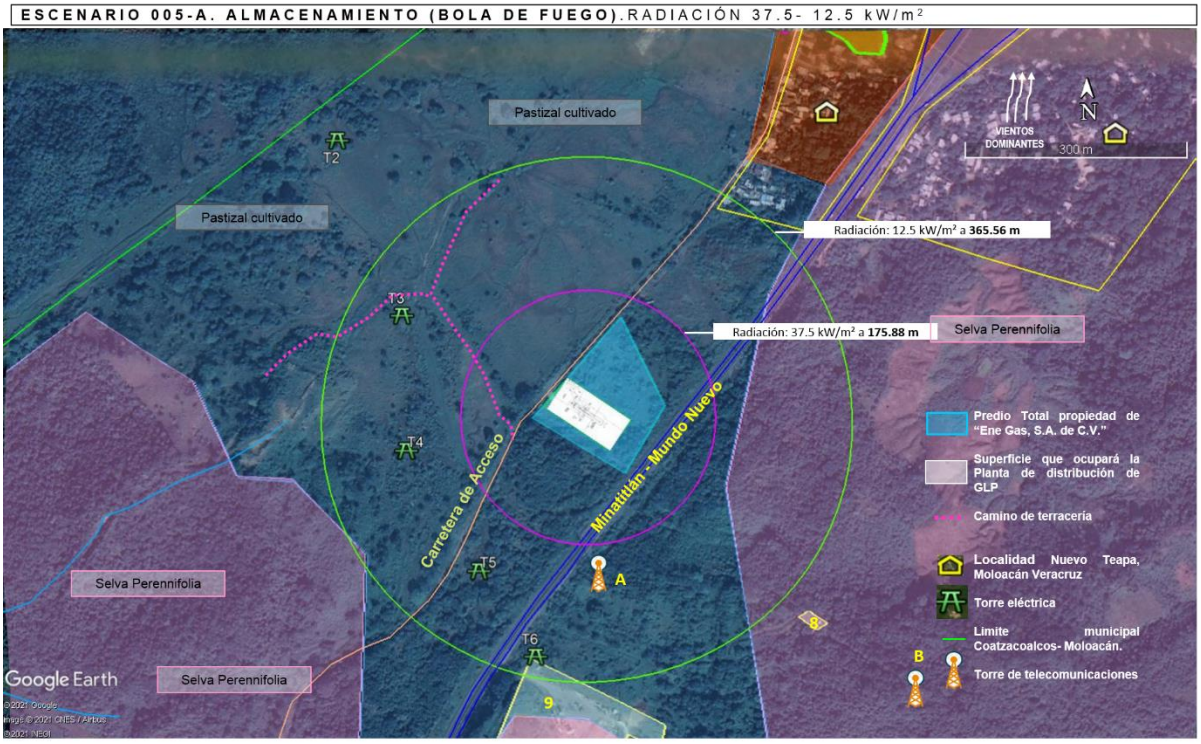
Asimismo, *Cozzani et al (2004)* expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras alcancen un valor de radiación de 100 kW/m^2. Fuera del área determinada por el radio de la bola de fuego, los daños por radiación indirecta son ocasionados a los recipientes atmosféricos teniendo en cuenta un valor mayor a 100 kW/m^2. En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 216.60 m (Fig.II.8) además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 175.88 m, en donde se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m^2 no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones (Ver Fig. II.4) que pudieran verse afectadas. ***Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 110,000 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación***.

No obstante, en un radio de hasta 365.56 m (12.5 kW/m^2), en donde se ubican en su mayoría zonas de pastizal cultivado, así como las torres eléctricas identificadas como 3, 4, 5 y 6 y la torre de telecomunicaciones A, se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. (Figura II.8). En tanto que en un radio de hasta 595.11 m donde se ubica se encuentran la Ranchería “El Reboso”, la torre eléctrica 2 y 7 y una torre de telecomunicaciones A, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m^2, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radición no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que la Escuela Telesecundaria clave 30DT., la Iglesia “Nuestra Señora De Guadalupe”, Primaria “J. Jesús Ibarra”, Campo de Fútbol Nuevo Teapa, Iglesia “Nuevo Teapa”, Estación de servicio y paradero “Grupo 7 Nadadores”, Estación de bombeo (PEMEX) y prácticamente el 80% de la población de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe, cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**



8. Ranchería el Reboso, **9.** Actividad sin registrar 1.

Fig. II.4. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque con capacidad de 110 m^3

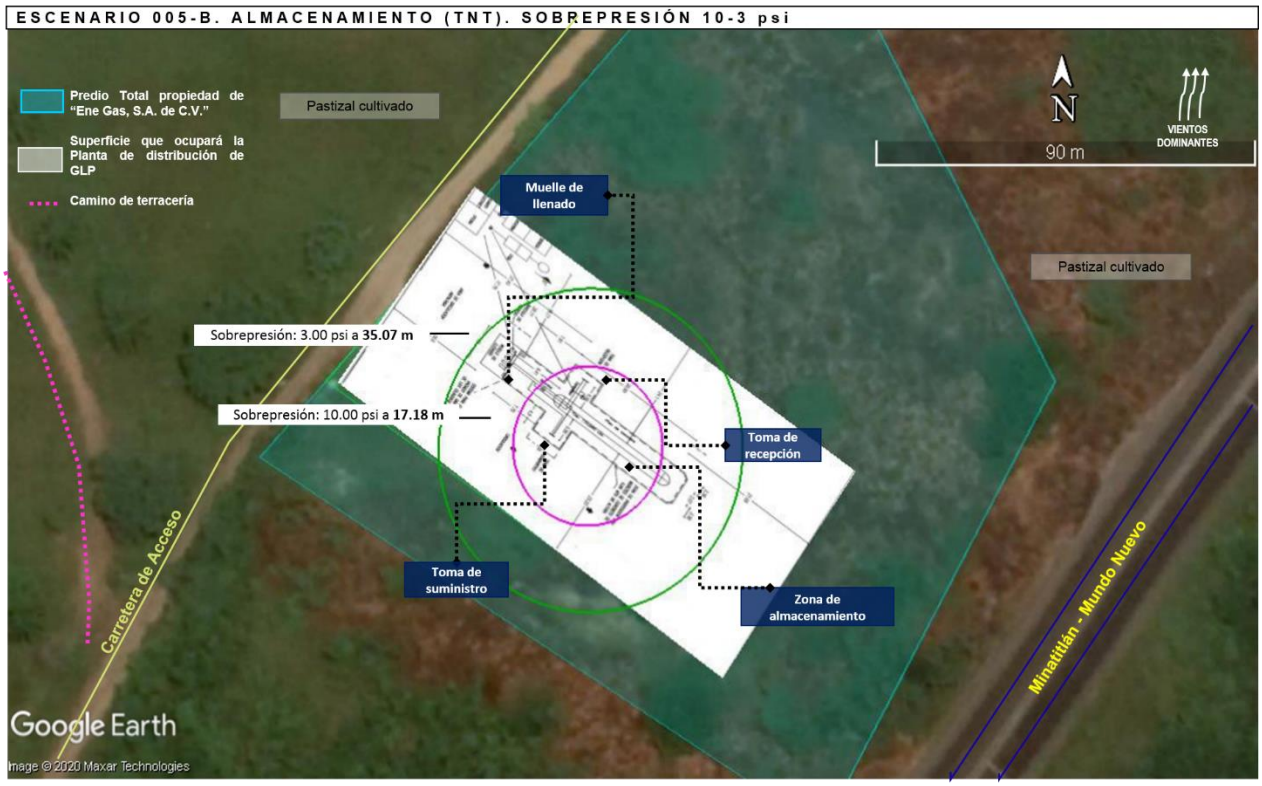
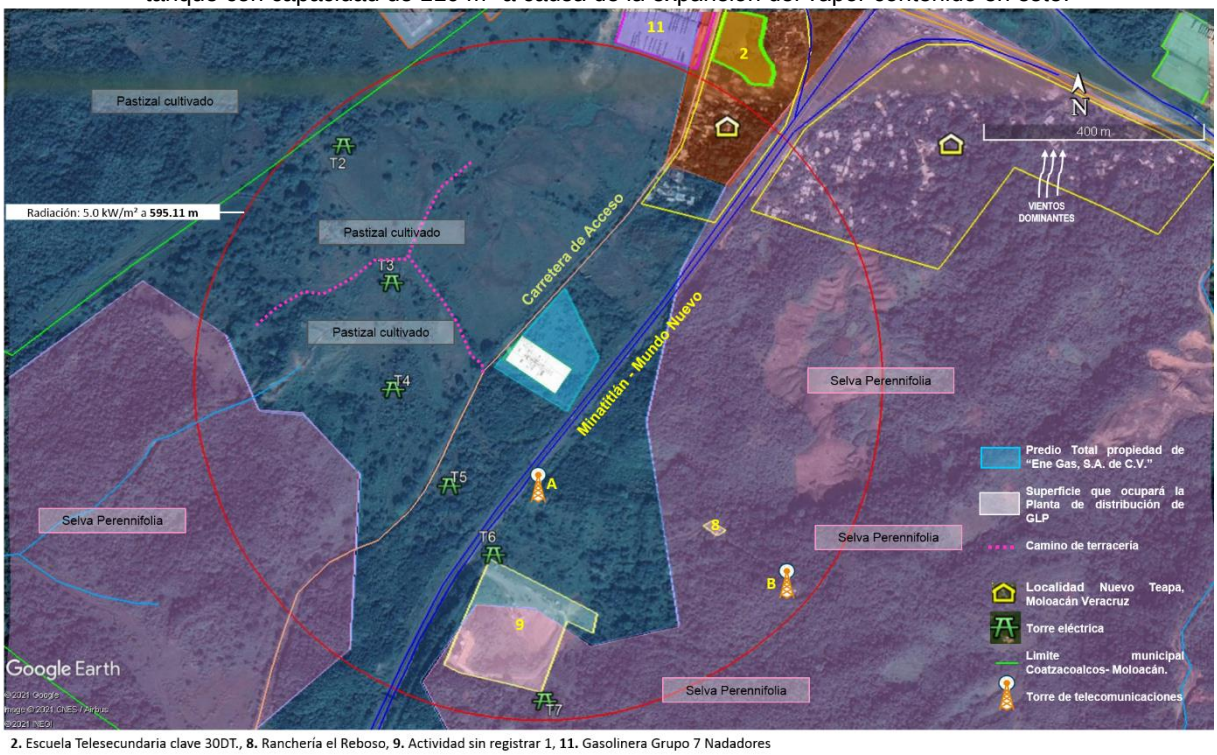


Fig. II.5. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 110 m^3 a causa de la expansión del vapor contenido en este.



2. Escuela Telesecundaria clave 30DT., **8.** Ranchería el Reboso, **9.** Actividad sin registrar 1, **11.** Gasolinera Grupo 7 Nadadores

Fig. II.6. Zonas de Alto Riesgo derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE de un tanque con capacidad de 110 m^3

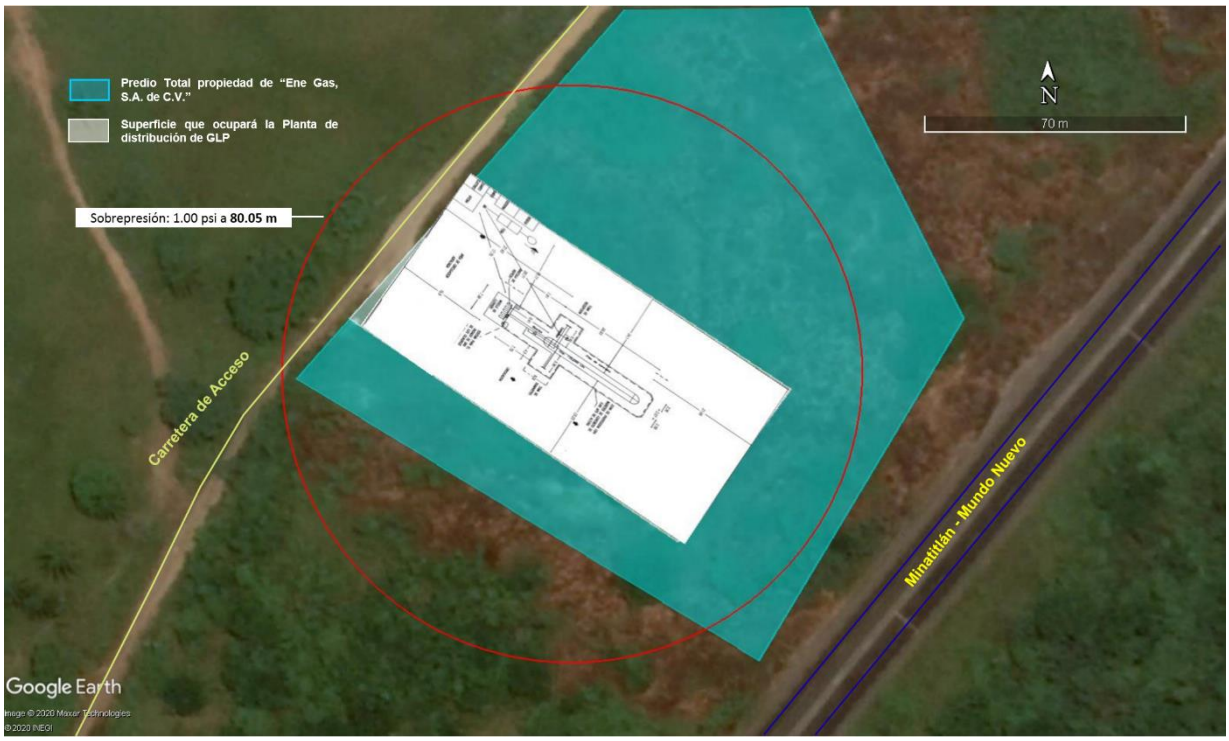


Fig. II.7. Zonas de Alto Riesgo debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión de un tanque con capacidad de 110 m^3 a causa de la expansión del vapor contenido en este**.**

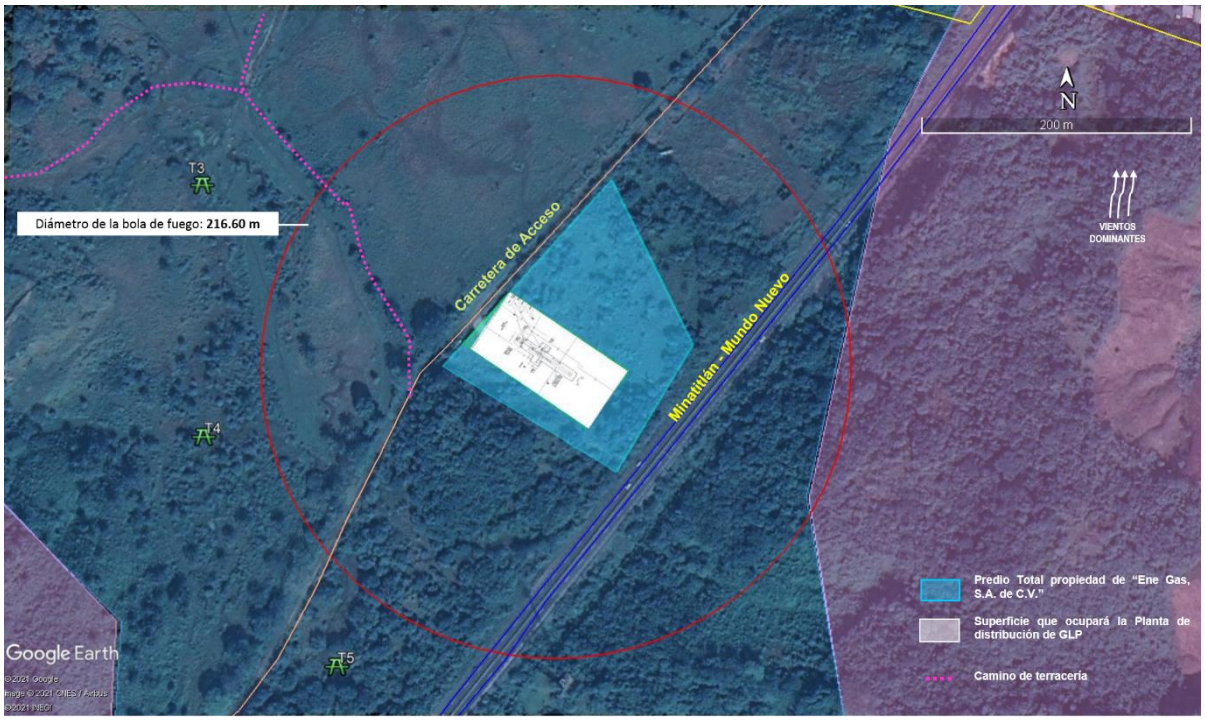


Fig.II.8. Máximo diámetro de la Bola de Fuego originada por la BLEVE de un tanque de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 110 m^3

De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). *"Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157;* pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m^2** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m^2** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables.**

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayores emisiones de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad **ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado**. El citado autor establece un límite de **tiempo** en torno a **20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.** Cabe mencionar que ninguna de las instalaciones aledañas se verá afectadas por radiación, debido a que el tiempo de duración de la BLEVE es de corta duración.

Cabe mencionar, que para las explosiones de nubes de vapor se considerarán los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego la radiación térmica y el impacto de fuego; en tanto que para las llamaradas si bien, el contacto de una persona con la llamarada producida es letal, no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración.

En este sentido se presenta la relación de cada uno de los escenarios simulados y sus respectivos eventos (suceso primario) con los puntos críticos que se encuentran dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos y la descripción de los posibles daños que estos pudieran sufrir, en el entendido de que la magnitud de los efectos, que se producirían en ellos, dependerá también de la intensidad y características del fenómeno producido y de la resistencia mecánica y estructural, de las características constructivas, del estado de conservación o deterioro de la instalación, de la vulnerabilidad intrínseca, etc.

Tabla II.21. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	8.85 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción, almacenamiento, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	Toma de suministro. 13.93 m Almacenamiento. 6.27 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 11.63 m Bomba de trasiego de GLP. 10.53 m Compresor de trasiego de GLP. 3.65 m Oficinas. 28.63 m Cuarto del E.C.I. 23.26 m Bodega 18.53 m	Se contará con 1 extintor en el área de la toma de recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Noreste de la toma. Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de las tomas de recepción. 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.
					18.06 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	41.22 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bodega, E.C.I., y áreas de circulación.			
002	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	20.58 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de GLP y áreas de circulación.	Toma de suministro. 13.93 m Almacenamiento. 6.27 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 11.63 m Bomba de trasiego de GLP. 10.53 m Compresor de trasiego de GLP. 3.65 m Oficinas. 28.63 m Cuarto eléctrico. 23.26 m Cuarto del E.C.I. 23.26 m Bodega 18.53 m	Se contará con 1 extintor en el área de la toma de recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Noreste de la toma Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	
					41.99 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bodega, E.C.I., cuarto eléctrico, oficina y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	11.99 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción, compresor y bomba de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación.			
					20.30 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de sumiistro, muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	95.86 m	Ninguno			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	31.43 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bodega y áreas de circulación.			

Tabla II.21. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (Continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	18.18 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, compresor y bomba de trasiego de GLP y áreas de circulación.	Toma de suministro. 13.93 m Almacenamiento. 6.27 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 11.63 m Bomba de trasiego de GLP. 10.53 m Compresor de trasiego de GLP. 3.65 m Oficinas. 28.63 m Cuarto eléctrico. 23.26 m E.C.I. 23.26 m Bodega 18.53 m Torre eléctrica T3 281.88 m Torre eléctrica T4 266.12 m Torre eléctrica T5 289.67 m Torre eléctrica T6 371.88 m Torre eléctrica T2 496.06 m Torre de telecomunicación A 244.41 m	Los semirremolques contarán con válvulas de exceso de flujo que actuarán en caso de que el flujo derivado del desprendimiento de la manguera supere el flujo al cual la válvula se encuentra calibrada. Se contará con 1 extintor en el área de la toma de recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Noreste de la toma. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. Las operaciones deben de ser controladas y monitoreadas de forma continua. La cisterna de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.
					37.10 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, bodega, E.C.I., cuarto eléctrico, y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	169.42 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, cuarto eléctrico, bombas y compresor de trasiego de GLP, oficinas, cuarto del E.C.I., bodega y áreas de circulación.			
					328.23 m	Torres eléctricas (T3, T4, T5) Torre de telecomunicación A			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	84.68 m	Ninguno			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	526.77m	Torres eléctricas (T2, T6)			
004	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	34.58 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de GLP, muelle de llenado de recipientes transportables, E.C.I., bodega y áreas de circulación.	Toma de suministro. 13.93 m Almacenamiento. 6.27 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 11.63 m Bomba de trasiego de GLP. 10.53 m Compresor de trasiego de GLP. 3.65 m Oficinas. 28.63 m Cuarto eléctrico. 23.26 m E.C.I. 23.26 m Bodega 18.53 m	Se contará con 1 extintor en el área de la toma de recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Noreste de la toma. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de dieza años a partir de su fecha de instalación.
					70.57 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Cuarto eléctrico, oficinas y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	6.25 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepcion, compresor de trasiego de GLP y áreas de circulación.			
					10.60 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Almacenamiento, bomba de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	161.08 m	Ninguno			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	16.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro y áreas de circulación.			

Tabla II.21. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	17.18 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, compresor y bomba de trasiego de GLP y áreas de circulación.	Toma de suministro. 6.85 m Toma de Recepcion 6.85 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 15.95 m Bomba de trasiego de GLP. 9.65 m Compresor de trasiego de GLP. 5.31 m Oficinas. 34.75 m Bodega. 39.66 m Cuarto eléctrico. 36.19 m E.C.I. 23.26 m Bodega 20.65 m Torre eléctrica 2 502.62 m Torre eléctrica 3 286.54 m Torre eléctrica 4 258.63 m Torre eléctrica 5 271.85 m Torre eléctrica 6 382.42 m Torre eléctrica 7 590.47 m Torre de telecomunicaciones A 227.74 m Torre de telecomunicaciones B 411.85 m	El tanque de almacenamiento contará con: ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro. ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro. ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro. ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque. ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una. ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM). ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m3/h (32,700 ft3/hr) cada una. ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una. ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón. ✓ Una Conexión soldable al tanque para cable a "tierra". El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm^2. Así mismo se contará con 1 extintor tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y un extintor de carretilla de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC en la zona de almacenamiento. El área será cubierta al 100% por dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, ubicados al Suroeste y Noreste de la zona de almacenamiento.	Se deberá Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado. Deberá considerar la factibilidad técnico-económica de un medidor-indicador de nivel de tipo radar con señal automática para activación de paro de emergencia. Se deberá Verificar que las válvulas de alivio no presenten: - Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. - Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. - Daño físico. - Fuga en el asiento o en la conexión al recipiente. - Corrosión. Verifique que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector. El recipiente de almacenamiento fue fabricado en 1999, se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca la normatividad vigente y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad. - A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años. - Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa. - Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	175.88 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de GLP, oficinas, cuarto eléctrico, E.C.I., bodega y áreas de circulación.			
					365.56 m	Torre eléctrica (T3, T4, T5, T6) Torre de telecomunicaciones A			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	80.05 m	**Infraestructura interna de las instalaciones**: Oficinas, E.C.I., cuarto eléctrico, bodega y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	595.11 m	Torre eléctrica (T2, T7) Torre de telecomunicaciones B			

Tabla II.21. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Suministro a autotanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	16.01 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro, almacenamiento y áreas de circulación.	Toma de recepcion 9.29 m Almacenamiento 5.36 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 11.96 m Bomba de trasiego de GLP. 6.92 m Compresor de trasiego de GLP. 9.89 m Oficinas. 28.60 m E.C.I. 38.42 m Cuarto eléctrico. 34.29 m Bodega 25.36 m	Los auto-tanques cuentan con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto. Se contará con 1 extintor en la toma de suministro, de polvo químico tipo ABC, Asimismo, el auto-tanque cuenta con un extintor Un extintor de PQS de 9 kg junto a cada bomba de trasiego. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Suroeste de la toma de suministro. Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. Como protección de GLP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de las tomas de suministro. 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. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 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. - Corrosión. 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. Realizar la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo. 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. Se recomienda la instalación de detectores portátiles de mezclas explosivas.
					32.68 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación y			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	7.71 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro, almacenamiento y áreas de circulación.			
					13.08 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bomba y compresor de trasiego de GLP y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	74.59 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, bodega, cuarto eléctrico, E.C.I. y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	20.29 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, toma de recepción y áreas de circulación			
007	Suministro a autotanques - Bombas	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	36.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, compresor y bomba de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bodega, E.C.I. y áreas de circulación.	Toma de recepcion 6.53 m Toma de suministro 6.53 m Almacenamiento 3.55 m Muelle de llenado de recipientes. transportables 6.23 m Compresor de trasiego de GLP. 6.84 m Oficinas. 25.95 m E.C.I. 22.43 m Cuarto eléctrico. 28.63 m Bodega 19.53 m	Se contará con 1 extintor en la toma de suministro, de polvo químico seco tipo ABC. Asimismo, el autotanque cuenta con un extintor. Un extintor de PQS de 9 kg junto a cada bomba de trasiego. El área será cubierta al 100% por uno de los dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c /u, ubicado al Suroeste de la toma de suministro. Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	
					74.40 m	**Infraestructura intern de las instalaciones:** Oficinas, cuarto eléctrico y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	4.00 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bomba de trasiego de GLP y almacenamiento.			
					6.77m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Almacenamiento.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	169.83 m	Ninguno			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	19.30 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, toma de recepción y suministro y compresor de trasiego de GLP.			

Tabla II.21. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación…).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Llenado de recipientes transportables	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	45.31 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Tomas de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de GLP, oficinas, cuarto eléctrico, E.C.I, bodega y áreas de circulación.	Toma de recepción. 13.89 m Toma de suministro. 14.21 m Compresor de trasiego de GLP 13.78 m Bomba de trasiego de GLP. 7.91 m Almacenamiento. 8.26 m Oficinas 18.90 m E.C.I 18.56 m Bodega 15.79 m Cuarto eléctrico 21.58 m	- Válvula de cierre rápido - Válvula de retorno automático (By-pass) - Válvulas de relevo hidrostática. - Sistema de llenado con control automático con una válvula de cierre con actuación eléctrica. - Válvula de manual de cierre de emergencia en cada una de las derivaciones de llenaderas. - Sistema de llenado automático. Un extintor del tipo PQS de 9 kg junto a cada bomba de trasiego y dos en el muelle de llenado. El área será cubierta al 100% por dos hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, ubicados al Suroeste y Noreste de la zona de almacenamiento.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 (cancela a la NOM-008-SESH/SCFI-2010). Se recomienda la instalación de detectores portátiles para mezclas explosivas.
					92.46 m	Ninguno			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m^2)	9.24 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación.			
					15.64 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Bomba de trasiego de GLP y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	211.06 m	Ninguno			
				Radiación (5.0 kW/m^2)	24.26 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de suministro y de recepción compresor de trasiego de GLP, almacenamiento y áreas de circulación.			
009	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	2.08 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
					4.25 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	9.69 m	**Infraestructura:** Áreas de circulación.			
010	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	11.98 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, bomba de trasiego de GLP y áreas de circulación.	Toma de recepción. 13.89 m Toma de suministro. 14.21 m Compresor de trasiego de GLP 18.84 m Bombas de trasiego de GLP. 10.14 m Almacenamiento. 8.26 m Oficinas 18.90 m E.C.I 18.56 m Cuarto eléctrico 21.58 m Bodega 15.79 m		
					24.45 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, compresor de trasiego de GLP, almacenamiento y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	55.80 m	**Infraestructura interna de las instalaciones:** Oficinas, cuarto electrico, bodega, E.C.I. y áreas de circulación.			

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

a) Tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
b) Que se produzca una **súbita baja de presión** en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Por lo que es fundamental evitar que se pueda generar inicialmente una BLEVE, por tanto, las medidas de prevención irán encaminadas a evitar las condiciones determinantes que permitan el desarrollo de este fenómeno, la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

1. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

a) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas retrasarán el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

El tanque de almacenamiento contará con:

- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.

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

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento. En particular, el tanque a instalar en la planta como máximo se llenará al 80% de su capacidad.

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

Por su parte, los semirremolques que ingresen a la planta cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor indicador de nivel magnético para gas líquido.
- Un termómetro con un intervalo de temperatura de -50 a 50ºC.
- Un manómetro de 0 a 29 kg/cm^2.
- Dos salidas para gas líquido con válvulas de ángulo y exceso de flujo con adaptadores ACME.
- Una entrada para líquido con válvula de ángulo y no retroceso.
- Dos válvulas de seguridad con tapa protectora contra lluvia.
- Una salida para retorno de vapores con válvulas de ángulo y exceso de flujo.
- Cuatro válvulas de máximo llenado.

Por su parte, el tanque de almacenamiento contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3”) de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a “tierra

2. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios. A continuación, se indican las medidas básicas:

- Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.

- Sistema de aspersión.

El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.

El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm$^{2.}$

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

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Por lo que de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002,** o la que la sustituya, deberá obtenerse para los recipientes cada cinco años 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.

Cabe mencionar que el recipiente que se utilizará como tanque de almacenamiento en la planta de distribución de GLP fue fabricado en 1999, por lo cual de se deberán considerar los siguientes términos que marca esta Norma y debra contar con el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

El proyecto de la planta de distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) perteneciente a **ENE GAS, S. A. DE C. V.** con pretendida ubicación en La Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al municipio de Moloacán, Veracruz,cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que esta cuenta con una superficie total de 20,000 m^2, de los cuales las instalaciones de la planta ocuparán una superficie de 5,554.44 m^2, quedando una superficie de 14,445.56 m^2 como área de amortiguamiento. Asimismo, el terreno que ocupará la Planta, no tiene ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos para la operación normal de la misma.

De acuerdo con la información del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el uso de suelo el sitio del Proyecto se encuentra en un uso de suelo y vegetación de tipo pastizal cultivado (Figura II.9) y le corresponde una política de Restauración y Aprovechamiento Sustentable de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y de protección con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Asimismo, el uso de suelo en la zona donde se pretende ubicar el proyecto, es compatible con las actividades que ahí se desarrollan, así lo señala la Autorización de Uso de Suelo, No. de oficio D.O.P./S.D.U./218/2020, emitida por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Moloacán, Veracruz el 9 de diciembre de 2020.

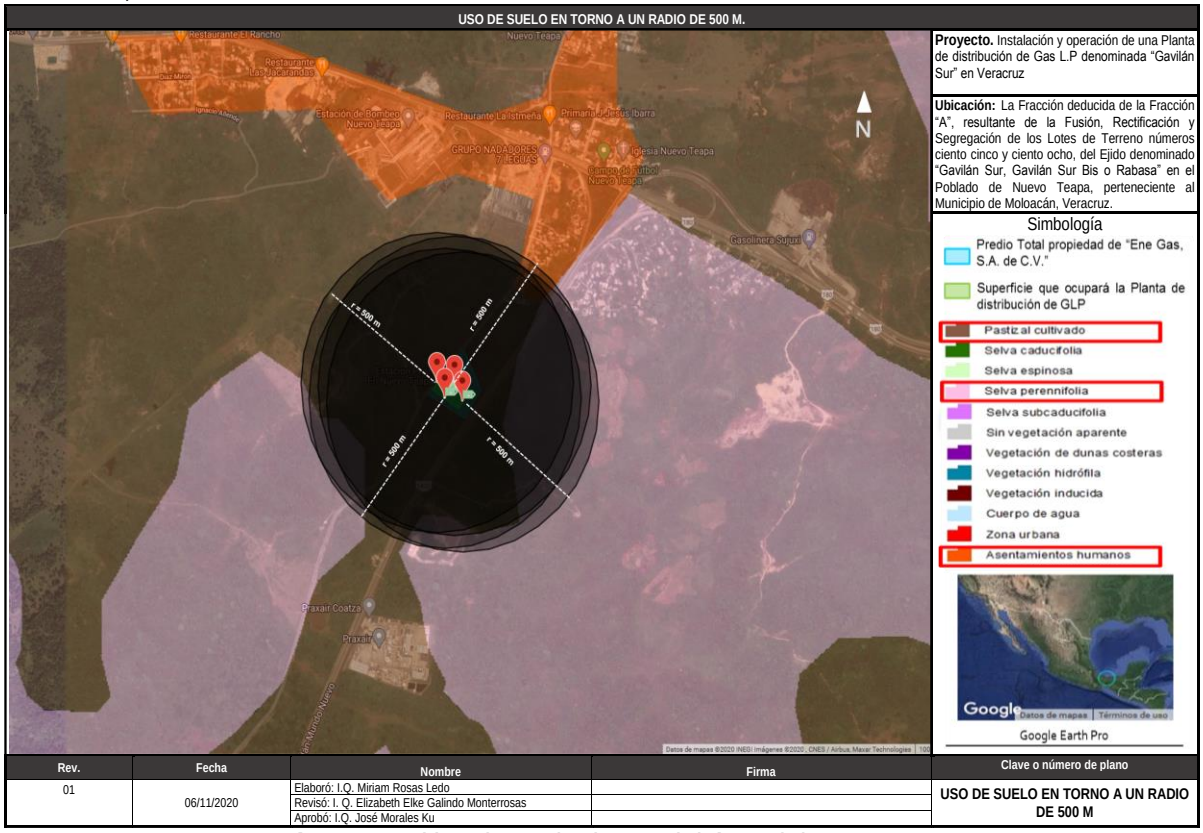


Figura II.9. Uso de suelo dentro del área del proyecto.

Cabe destacar que el área del proyecto no se ubica en un Área Natural Protegida de competencia municipal, estatal o federal, tampoco dentro de sitios RAMSAR o AICAS.

Las actividades que se desarrollan en las colindancias del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P no se contraponen con las actividades de las instalaciones y son las siguientes:

Las colindancias del predio que ocupará la Planta serán las siguientes:

- ⇨ Al Noroeste en 50.61 metros, con el derecho a vía de la Carretera de acceso.
- ⇨ Al Suroeste, en 109.75 metros, con el terreno baldío sin actividad.
- ⇨ Al Sureste, en 50.54 metros, con terreno baldío sin actividad.
- ⇨ Al Noreste en 109.29 metros con terreno baldío sin actividad.

Asimismo, en relación al requerimiento que exige actualmente la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia (Ver Figura II.10).

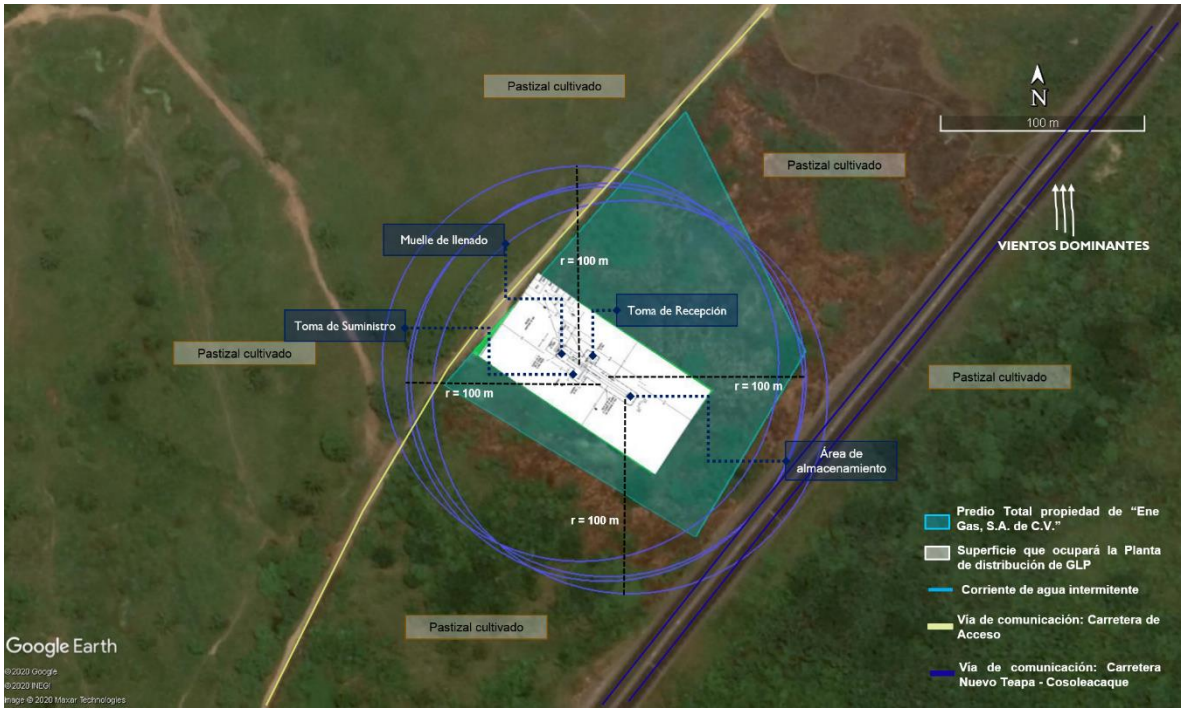


Figura II.10. Ubicación de la planta de distribución de GLP y alrededores dentro de radios de 100 m medidos desde la tangente del tanque de almacenamiento.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Delimitación del Área de Estudio

La delimitación del Área de Estudio (AE) o Sistema Ambiental (SA) se define como el espacio físico donde ocurre la interacción de los componentes abióticos, bióticos, económicos y sociales con las actividades realizadas por la empresa en su etapa de operación y mantenimiento. Para la delimitación del área de estudio se tomaron como base las consideraciones del apartado IV de la Guía de la Manifestación de Impacto Ambiental Industria del Petróleo Modalidad: Particular. En donde se establece que, para la delimitación del área de estudio se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico, teniendo en cuenta además la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción. Igualmente, se pueden considerar los siguientes criterios:

- Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos;

- Factores sociales;

- Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;

- Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas);

- Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto la única materia prima que se empleará en la Planta de Distribución de Gas L.P. es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, cuyas características físico-químicas constituyen en si un peligro inherente a las actividades que se desarrollan en las instalaciones, una vez que posee 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 dentro del rango de sus límites de inflamabilidad.

- El proceso operativo del proyecto se limitará al trasiego de Gas L.P., el cual involucrará únicamente la fase líquida y vapor por variación de presión en función de la temperatura en el proceso (temperatura ambiente), sin embargo, son las propiedades físico-químicas del Gas L.P. las que representan los posibles riesgos en la Planta de Distribución de Gas L.P.; *inflamabilidad* - medida de la facilidad con la que el Gas L.P. puede encenderse y de la rapidez con la que una vez encendido, se diseminarán sus llamas - de éste y bajo ciertas condiciones de *explosividad* - es la capacidad del Gas L.P. que provoca una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura-, por lo que ante la emisión accidental de Gas L.P. aunado a una fuente de ignición, ya sea rápida o tardía, se pueden desarrollar fenómenos distintos, tales como, la explosión de una nube de vapor, llamarada, dardo de fuego o una bola de fuego, cuyo dimensionamiento dependerá de las características de los equipos y de los procedimientos operativos y de seguridad que se lleven a cabo.

- Se considera que la mayoría de los impactos ambientales que se harán presentes durante el desarrollo del proyecto, involucrarán una superficie exclusiva de 5,554.44 m^2, evitando afectaciones en las zonas colindantes.

- Se señala que en ninguna actividad el proyecto realiza actividades de extracción o trasformación de materiales que pudieran generar emisiones a la atmósfera, aguas residuales de tipo industrial y/o derrames que afecten áreas fuera de los límites del proyecto.

- La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con un almacenamiento total de 110,000 litros en un recipiente de almacenamiento, por lo que se efectúan actividades altamente riesgosas por rebasar la cantidad de reporte de 50,000 Kg. de Gas L.P., indicada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992, es por esto por lo que se presenta el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) en su modalidad Análisis de Riesgo.

Una vez mencionado lo anterior, el Sistema Ambiental se definió a partir de los resultados obtenidos del análisis de consecuencias de los eventos máximos probables y catastróficos, identificados mediante la metodología WHAT IF. La modelación de dichos eventos se realizó con el software SCRI – Fuego Ver. 2.0, donde se define el escenario No. 5 como el evento de mayor daño catastrófico, pero de menor probabilidad, es decir, la BLEVE del recipiente de almacenamiento con capacidad de 110,000 litros de agua donde se tendrían los mayores radios de afectación por radiación térmica, los cuales están definidos por **595.11 m** para 1,500 BTU/pie^2·h (5 kW/m^2) y **1,118.05 m** para 440 BTU/pie^2·h (1.4 kW/m^2).

Bajo este contexto, se tiene que el Sistema Ambiental se considera como la zona de amortiguamiento que comprende 1,118.05 m, este radio de afectación es definido por la *Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos* como el área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar principalmente a la población y el ambiente.

De igual forma, se puntualizaron las siguientes áreas con el fin de analizar y describir los factores ambientales donde incide el proyecto y con los que podría tener alguna interacción, que además puedan verse involucrados por las actividades de la empresa durante la etapa de operación y mantenimiento:

- Área del proyecto
- Sistema Ambiental

Área del Proyecto

El *Área del proyecto* corresponde al espacio que la empresa utilizará como área operativa de la Planta de distribución de gas l.p. siendo de 5,554.44 m^2 (Figura II.11). Ya que estas actividades serán desarrolladas únicamente en las instalaciones que se encuentran delimitadas, por tanto, las emisiones, residuos, aguas residuales y/o derrames que pudieran afectar a los componentes biofísicos del sitio (flora, fauna, suelo, aire y agua) se generarán únicamente en dichos establecimientos.

Figura II.11. Área del proyecto (5,554.44 m^2).

Sistema Ambiental.

Respecto a la delimitación del **Sistema Ambiental (SA)**, en el Capítulo III de la MIA-P, se describió la vinculación de las actividades del Proyecto con los instrumentos de Ordenamiento Ecológico aplicables, donde se obtuvo que el proyecto se encuentra dentro de la Región Ecológica No. 18.3 de la Unidad Biofísica Ambiental 134 Llanura Costera Veracruzana Sur y y le corresponde una política de *Restauración y Aprovechamiento Sustentable* de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y de *protección* con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.

En consecuencia, la delimitación del **Sistema Ambiental** para el Proyecto se definió con base en *Factores sociales*. En donde el SA corresponde al radio de la *zona de amortiguamiento* del evento tipo BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) del recipiente de almacenamiento de 110,000 litros que será instalado en la Planta de distribución, considerando el 80% de su capacidad, el cual es el evento de mayores daños, pero de menor probabilidad de ocurrencia identificado en el *presente estudio* que acompaña la MIA-P.

La zona de amortiguamiento es definida en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo como *el Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada*; siendo ésta para la radiación emitida por la bola de fuego formada al momento de la BLEVE el sitio donde se encuentre un valor de radiación térmica equivalente a 1.4 kW/m^2. Y a través del análisis de consecuencias presentado en el Análisis de Riesgo dicho valor de radiación térmica tiene un radio de **1118.05 m** (Área= 196.35 Ha).

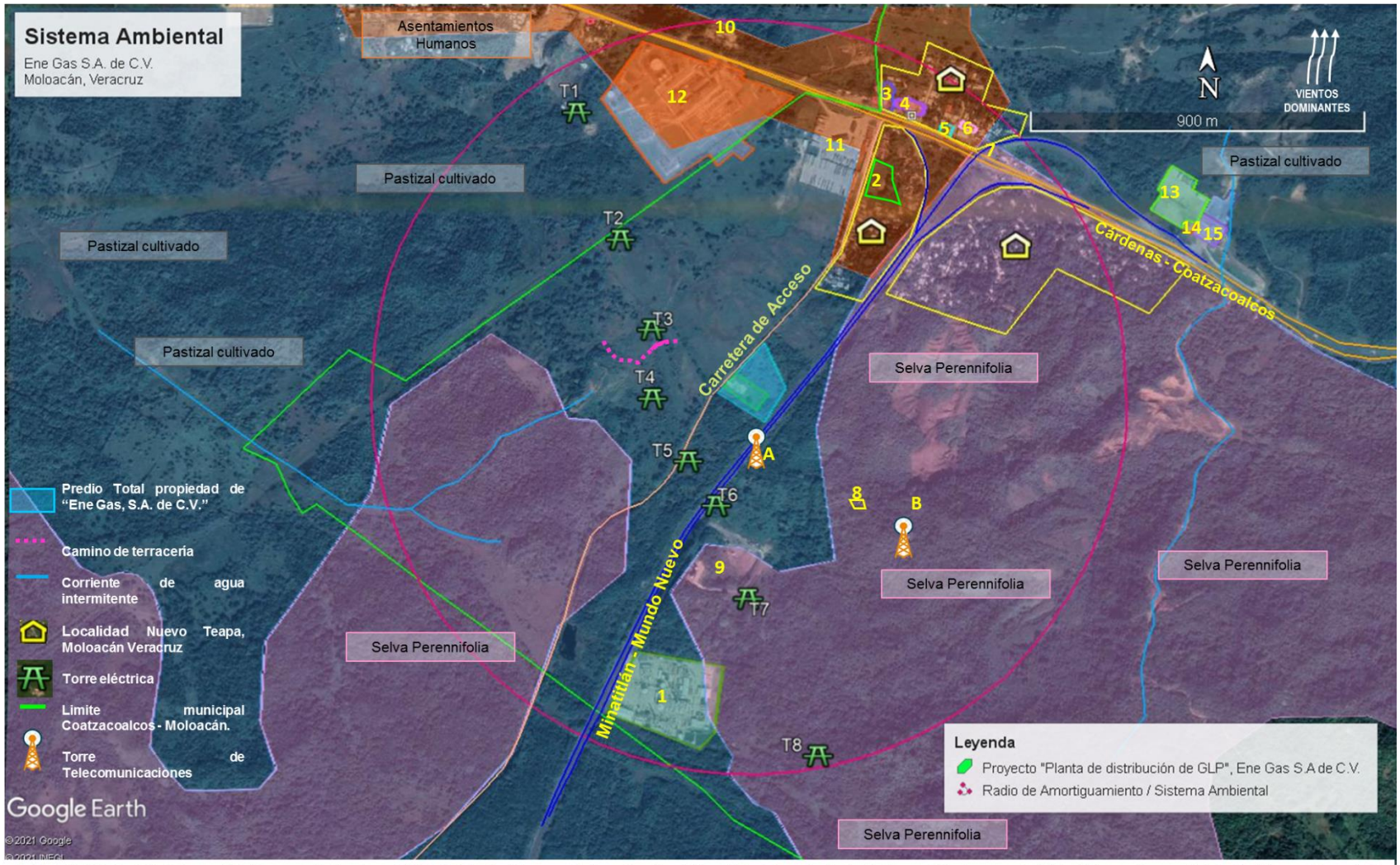
En la **Figura II.12.** se muestra la delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto, en donde se observan mayormente terrenos con actividades sin actividad y de manera general se localizan las siguientes actividades:

- En orientación **Norte** del Sistema Ambiental se localiza el predio propiedad del promovente e inmediatamente hay terrenos sin actividad, después se Localidad Nuevo Teapa la Estación de bombeo Nuevo Teapa, Estación de servicio y parador Grupo Nadadores, Escuela telesecundaria clave 30DT, Carretera Cardenas – Coatzacoalcos, Iglesia Nuestra Señora de Guadalupe, primaria Jesus Ibarra y Campo de Futbol

- En dirección **Sur** se encuentra predio propiedad del promovente, terrenos sin actividad aparente, posterior la empresa Praxiar.

- En la colindancia **Este** del Sistema Ambiental se encuentran la carretera de acceso y terrenos sin actividad y corrientes de agua intermitente.

- En dirección **Oeste** se encuentran inmediatamente al área del proyecto el predio propiedad del promovente, una corriente de agua intermitente y terrenos sin actividad.



1. Praxair S.A de C.V., **2.** Escuela Telesecundaria clave 30DT., **3.** Iglesia "Nuestra Señora De Guadalupe", **4.** Primaria "J. Jesús Ibarra", **5.** Campo de Fútbol Nuevo Teapa, **6.** Iglesia "Nuevo Teapa", **7.** Ferretería "El Justo", **8.** Ranchería el Reboso, **9.** Actividad sin registrar 1, **10.** Actividad sin registrar 2, **11.** Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores", **12.** Estación de bombeo (PEMEX), **13.**Lavado QCD terminales, **14.** Oxxo Moloacan, **15.** Estación de Servicio Sujuxi.

Figura II.12. Delimitación del Sistema Ambiental

Componentes abióticos

CLIMA

La región en la cual se ubicará el Proyecto corresponde a la zona climática: cálido húmedo con una temperatura media anual de 22°C y la temperatura del mes más frío mayor de 18°C, correspondiéndole la clave climatológica Am(f) (Figura II.16) de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García en 1981, la cual se representa de la siguiente forma:

A: corresponde a cálido húmedo.
m(f): húmedo con lluvias intensas de verano que compensan la sequía de invierno.

- **Temperatura:**

Por medio del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00030107 MINATITLAN, ubicada a una altura de 65.0 msnm en las coordenadas latitud: 17°59'20" N-Longitud: 094°33'31" W, se obtuvo la siguiente información climática para un periodo comprendido entre 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 25.6°C, una temperatura máxima normal de 30.6°C y mínima normal de 20.6°C.

Tabla II.22. Temperatura (°C) para el periodo de 1951-2010.

Meses	Parámetros en ºC						
	Temperatura máxima normal	Máxima mensual	Máxima diaria	Temperatura media normal	Temperatura mínima normal	Mínima mensual	Mínima diaria
Enero	26.4	33.2	41.5	21.9	17.3	12.9	2.0
Febrero	27.6	33.7	43.5	22.7	17.8	14.4	8.5
Marzo	30.5	37.0	42.0	24.9	19.3	15.5	2.0
Abril	32.8	38.1	43.0	27.1	21.3	18.7	15.0
Mayo	34.5	38.3	43.0	28.5	22.6	19.8	12.0
Junio	33.2	37.1	43.5	27.9	22.5	18.5	15.0
Julio	32.1	34.7	40.0	27.2	22.3	18.9	12.0
Agosto	32.2	35.5	40.0	27.3	22.4	19.6	13.0
Septiembre	31.8	37.1	42.5	27.0	22.2	20.0	15.5
Octubre	30.4	34.3	43.0	25.8	21.2	17.6	15.0
Noviembre	29.0	33.0	39.0	24.4	19.8	16.6	2.0
Diciembre	26.8	34.3	39.0	22.4	18.1	14.3	4.0
Anual	30.6			25.6	20.6		

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA.

- **Precipitación:**

La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm con lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. Con base en la Estación Meteorológica número 00030107 Minatitlán, las precipitaciones aumentan alcanzando su máxima precipitación en los meses de septiembre y octubre. El mes de octubre es el que ha registrado las lluvias más copiosas con un promedio de 522.74 mm esto se debe a las influencias ciclónicas que perturban el golfo, cuya época da inicio desde el mes de junio. El régimen de precipitación anual para el municipio de Minatitlán y el sistema ambiental es de 2283.6 mm, los meses con mayor actividad de lluvia son los de junio a octubre, mientras que los meses más secos son de febrero a mayo.

Tabla II.23. Precipitación (mm) para el periodo de 1951-2010.

Meses	Parámetros en mm		
	Precipitación normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	104.3	479.2	195.0
Febrero	60.3	213.0	86.0
Marzo	37.8	110.0	65.0
Abril	36.0	182.0	86.0
Mayo	85.7	396.8	180.0
Junio	254.9	556.0	226.6
Julio	269.0	744.5	216.0
Agosto	297.7	919.0	138.0
Septiembre	428.2	773.2	364.1
Octubre	364.5	843.0	231.0
Noviembre	207.4	503.0	160.0
Diciembre	137.3	353.0	183.0
Anual	2,283.1		

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA.

- **Vientos:**

De acuerdo a la información obtenida de las bases de datos históricos del explorador *Windfinder* (GmbH & Co.KG) para el periodo de enero de 2009 a octubre de 2020 (diariamente entre las 7am y 7pm hora local) de la estación Coatzacoalcos/Minatitlán, los vientos dominantes en el municipio son en dirección Norte con una velocidad promedio de 5.14 m/s, con ráfagas de 53.708 km/h (ver figura II. 13).

Figura II.13. Gráfico de vientos dominantes de la estación Coatzacoalcos/Minatitlán, dirección y velocidad promedio para el periodo 01/2009 a 10/2020.

- **Humedad relativa:**

La humedad relativa del sistema ambiental es alta del 85% derivado a la cercanía con el mar.

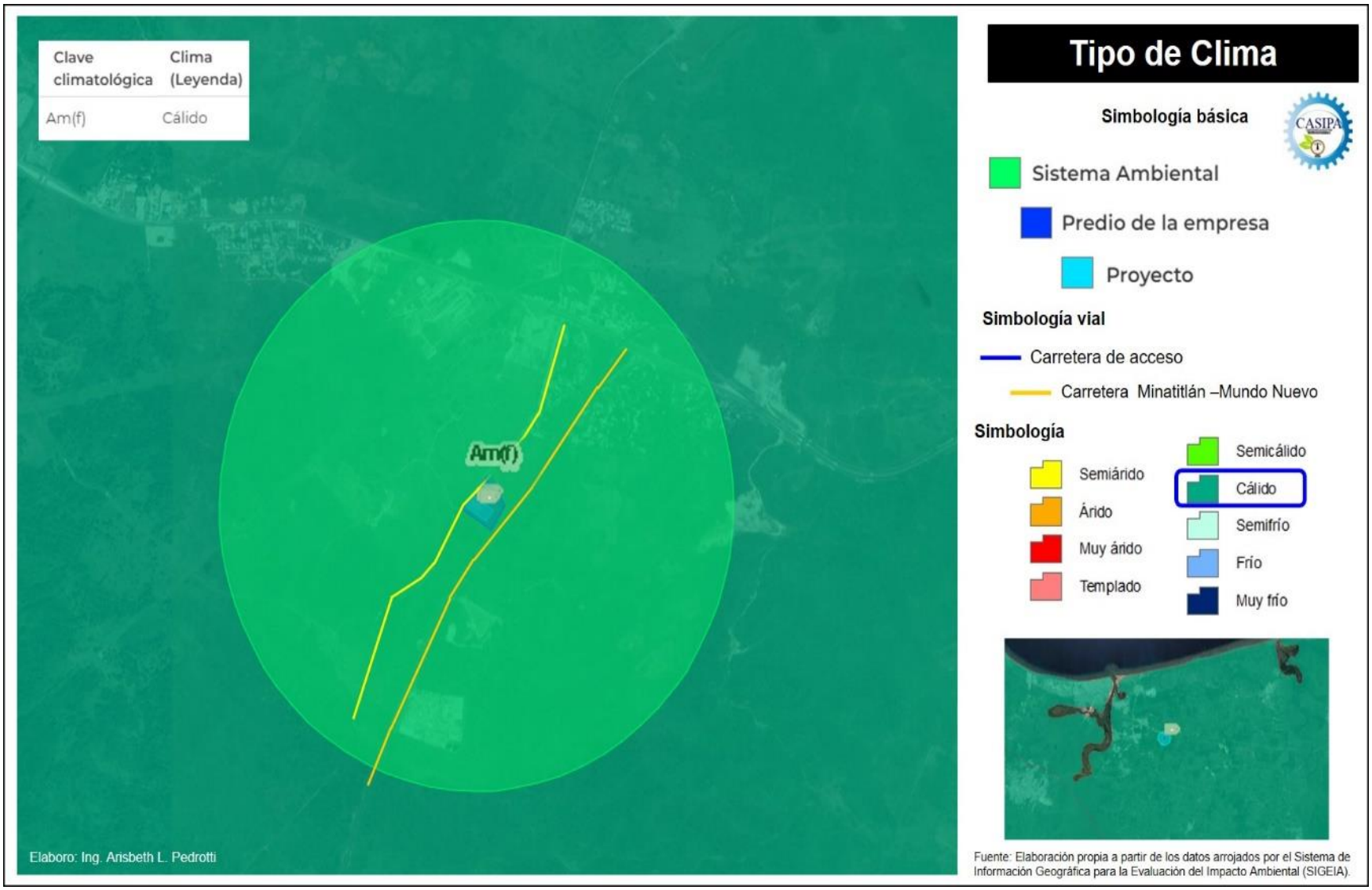


Figura II.14. Tipo de clima en el Sistema Ambiental.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA:

- **Geología**:

El Sistema Ambiental está conformado por una estructura sedimentaria arenisca del tipo detrítico que contiene clastos y lutita. Su composición química es la misma que la de la arena: por lo que está compuesta esencialmente de cuarzo con pequeñas cantidades de feldespato y otros minerales. El material cimentador que mantiene unido a los granos de la arenisca suele estar compuesto de sílice, carbonato de calcio u óxido de hierro. Su color viene determinado por dicho material cementador; los óxidos de hierro generan areniscas rojas o rojizas (Figura II. 15).

Tabla II.24. Geología en el Sistema Ambiental del Proyecto.

Periodo	Neógeno
Roca	Sedimentaria: arenisca
	Suelo: Cambisol (64%), Lluvisol (18%), Gleysol (11%), Acrisol (3%) y Vertisol (81%).

- **Fisiografía:**

El municipio como el Sistema Ambiental se encuentran ubicados dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo Sur (Figura II.16), esta provincia se caracteriza por la presencia de llanuras y planicies las cuales están cubiertas por sedimentos de origen aluvial, al igual que lacustre, palustre y eólico, con lomeríos de baja altura y pendientes suaves, así como colinas de areniscas y lutitas de baja altura relativa. Presenta una variación altitudinal baja, principalmente en la porción poniente con un relieve plano, con pendientes medias inferiores a los 2°, con importante presencia de asentamientos humanos y un desarrollo notable de los cauces de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá y diversas lagunas. La combinación de estas características fisiográficas favorece la presencia de zonas de inundación. A su vez, se localiza dentro de la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana (Figura II. 17), casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27,001.17 km2, que representan el 37.29% de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos y parte de otros 26.

- **Sistema de topoformas:**

El Sistema Ambiental se encuentra en un Sistema de Topoformas de tipo llanura (Figura II.18), la cual se caracteriza por no sobrepasar los 200 metros sobre el nivel de mar y por tener una planicie relativamente amplia interrumpida por elevaciones de baja altura, distribuidos irregularmente y aisladas entre sí.

- **Presencia de fallas y fracturas:**

La zona donde se encuentra el Proyecto, así como el Sistema Ambiental en un radio de 4 km no existen fallas que represente algún peligro además no existen evidencias de afectaciones por fracturas (Figura II.19).

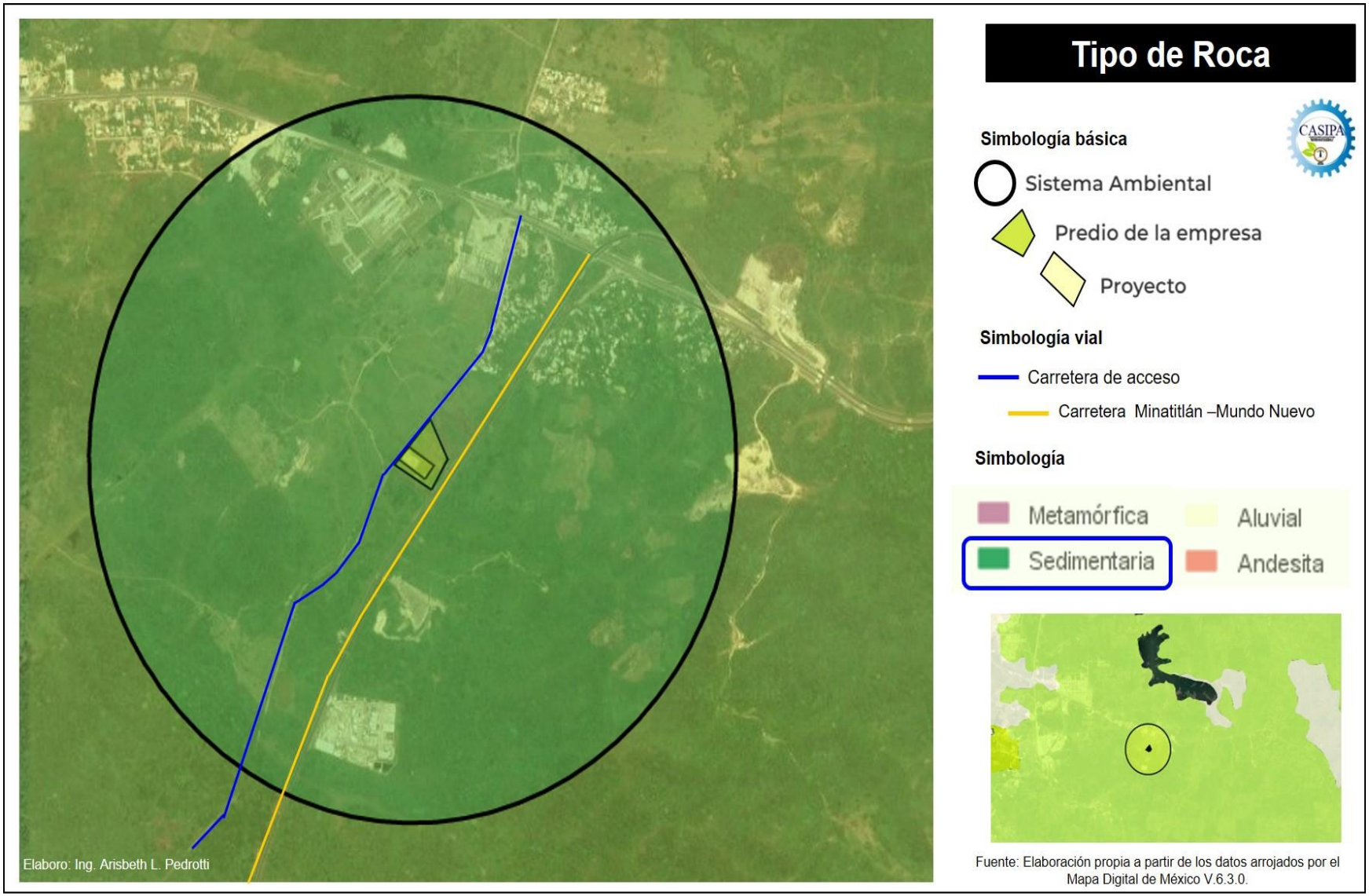


Figura II.15. Geología (tipo de roca) Sistema Ambiental.

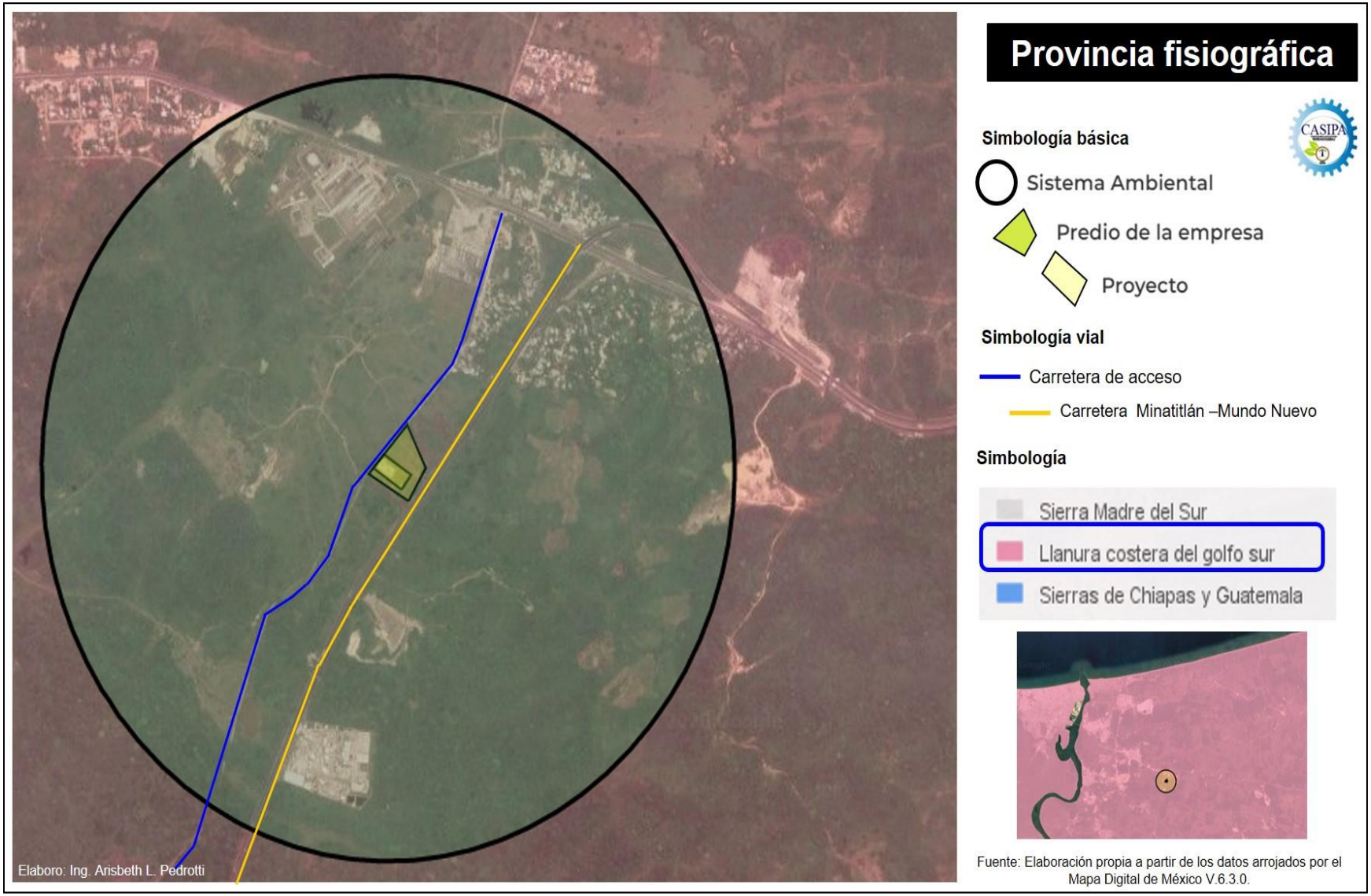


Figura II.16. Provincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

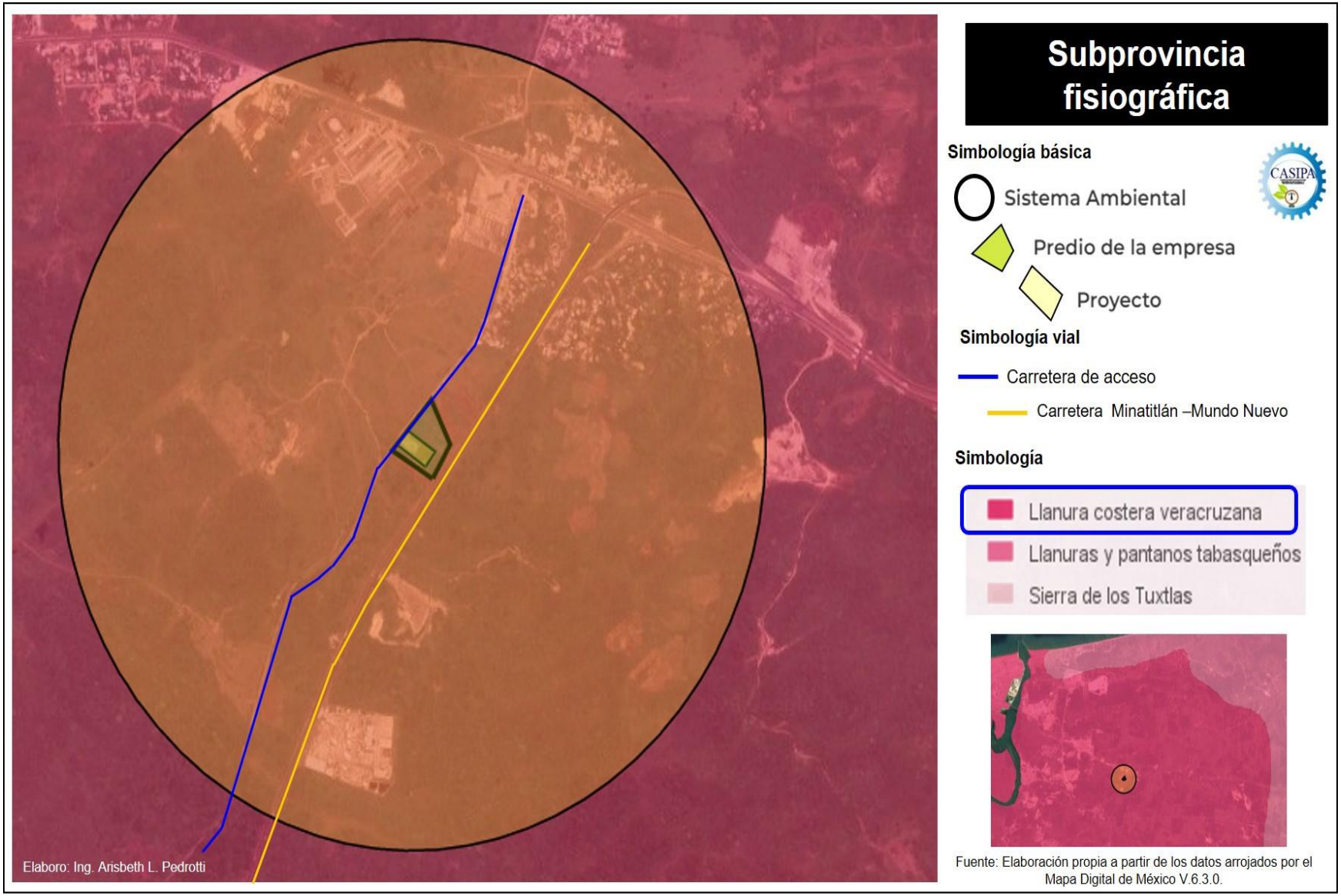


Figura II.17. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

Figura II. 18 Sistema de topoformas en el Sistema Ambiental**.**

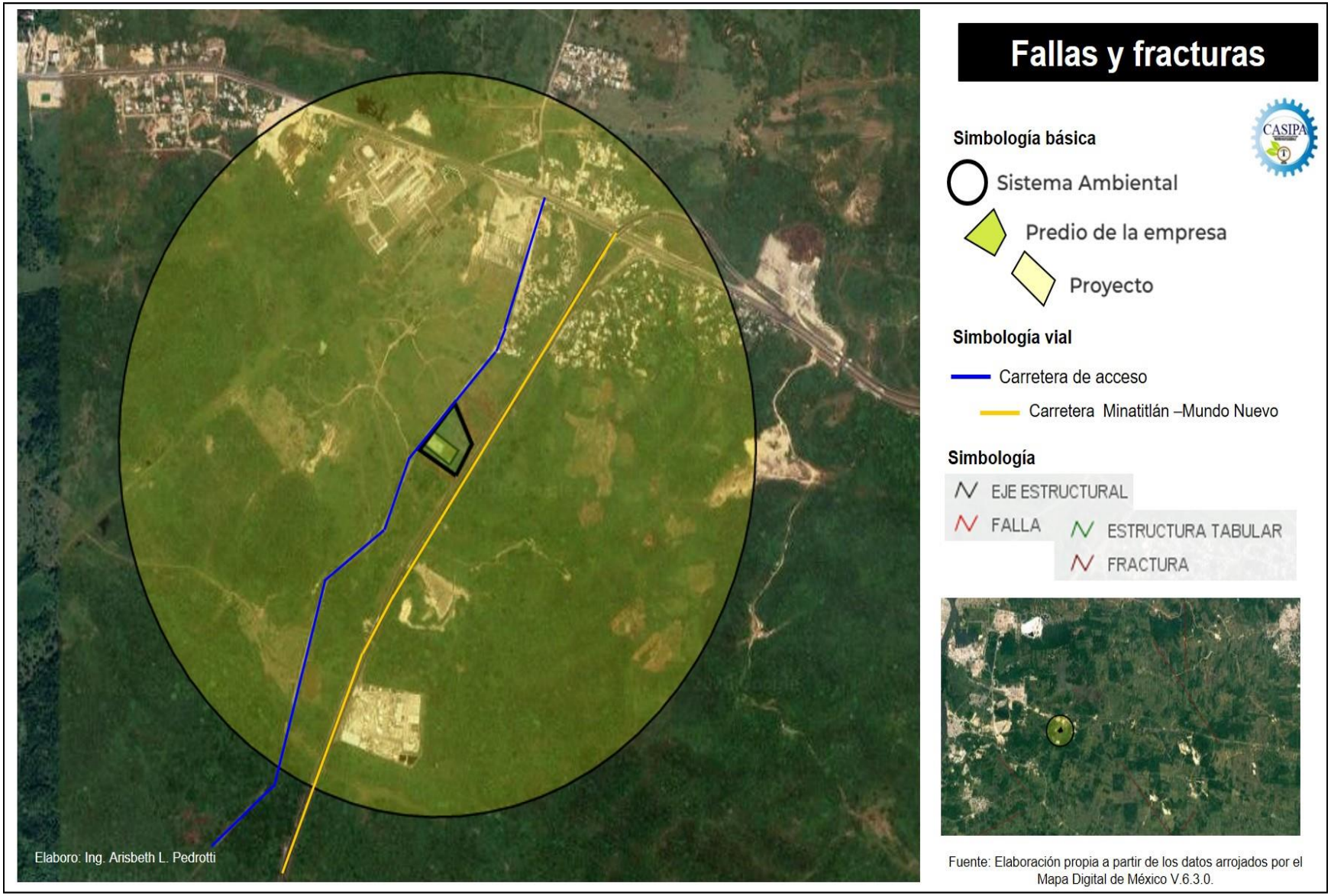


Figura II.19. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA:

- **Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio:**

El Sistema Ambiental del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 29 denominada igual que el municipio "Coatzacoalcos" (Figura II. 20), que nace en la parte alta de la sierra entre Oaxaca y Veracruz, cuya corriente principal es el Río Coatzacoalcos (sub – cuenca a la que pertenece el SA).

Dicha región hidrológica tiene una alta disponibilidad de recursos hídricos, probablemente la más importante del país, cuya expresión hídrica superficial más importante es el Río Coatzacoalcos, el cual ocupa el tercer lugar nacional (únicamente por debajo de los sistemas Grijalva-Usumacinta y Papaloapan). Este sistema está constituido por importantes afluentes, entre los que destacan los ríos Uxpanapa, Jaltepec, Coachapa y Calzadas.

- **Hidrología superficial:**

Dentro del Sistema Ambiental no se identificaron corrientes de tipo intermitente. No obstante, a una distancia de 1.5 km se encuentra el rio Teapa, el cual es un corto río del sureste de México, y debido a sus condiciones favorables tiene una amplia biodiversidad, aunque también presenta ciertas amenazas por las actividades petroleras que se desarrollan en su cuenca media. Su desembocadura en el Golfo de México

- **Hidrología subterránea:**

El acuífero correspondiente con la ubicación del Proyecto es el número 3012 denominado Costera de Coatzacoalcos (Figura II. 21), se localiza en la porción sur del Estado de Veracruz y abarca una superficie de 12,213.59 kilómetros cuadrados. Su red hidrográfica está constituida por seis ríos principales: Los Juanes, Jaltepec, El Corte, Frío, Nanchital y Playas.

El acuífero es del tipo libre y se encuentra en los materiales permeables recientes del Terciario y Cuaternario, no obstante, hacia el oeste se compone de sedimentos arenosos que están cubiertos por materiales finos, lo que le confiere semiconfinamiento. Su profundidad al nivel estático es de hasta 45 metros, en el cual existen 12,560 aprovechamientos, de los cuales 12,371 son norias y 189 son pozos. El volumen de extracción del acuífero Costera de Coatzacoalcos, es de 60.0 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales, para uso público urbano, se destina el 60.5 por ciento de la extracción total; para uso industrial, se destina el 20.9 por ciento; para servicios, se extrae el 16.8 por ciento; para uso agrícola, se destina el 1.0 por ciento y el 0.8 por ciento, se destina para uso pecuario, acuacultura y doméstico.

Cabe subrayar que la empresa promovente no hará uso de corrientes de agua, ya que el recurso se obtendrá mediante la contratación de pipas de agua, asimismo, la descarga de aguas residuales generadas es de forma directa a la fosa séptica.

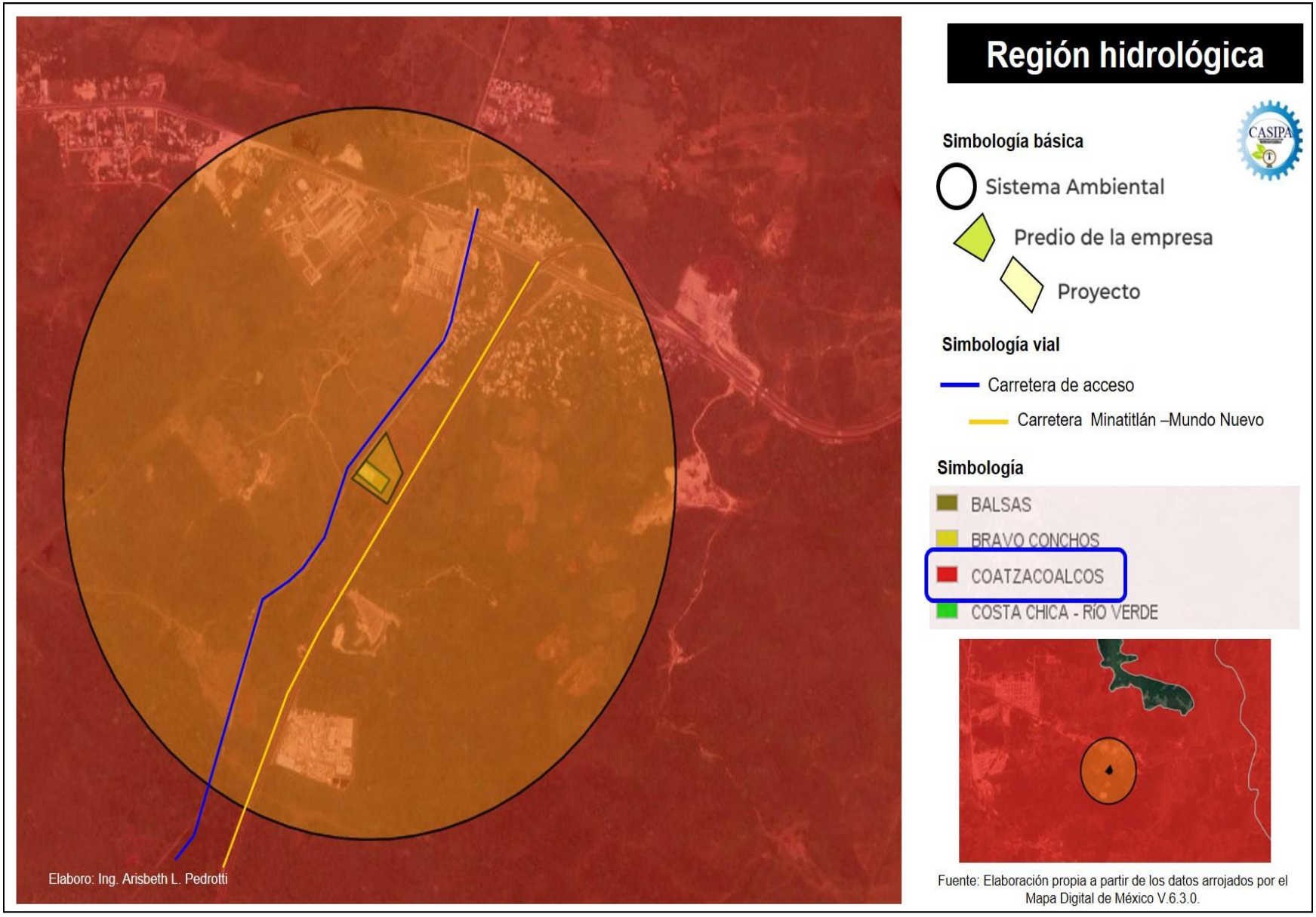


Figura II.20. Región hidrológica en el Sistema Ambiental.

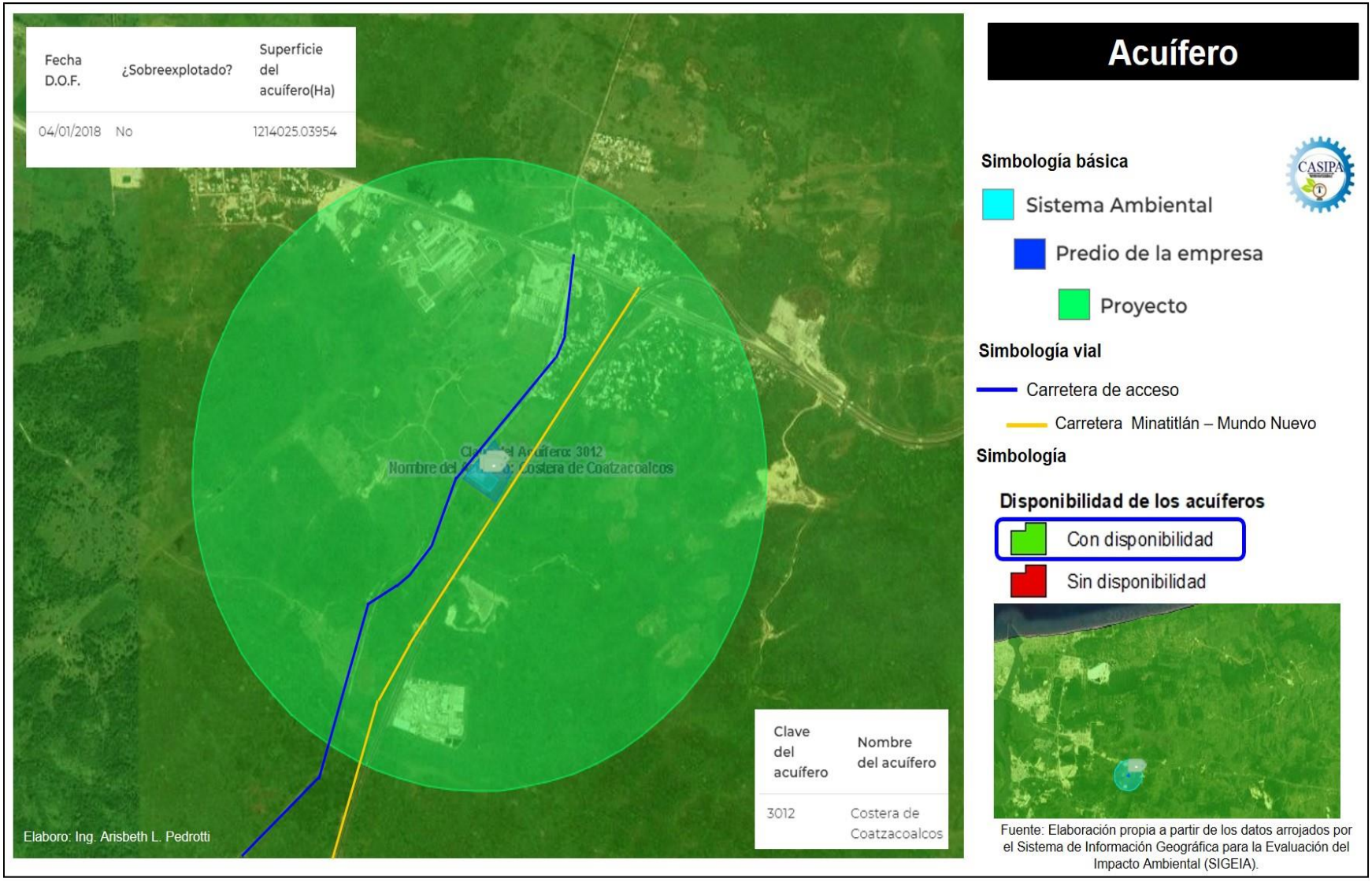


Figura II.21. Acuífero correspondiente al Sistema Ambiental

ASPECTOS BIÓTICOS

- **Uso de suelo y vegetación:**

Dentro del municipio de Moloacán la vegetación predominante es el pastizal, seguido de la agricultura. Esta distribución se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.25. Porcentaje del uso de suelo a nivel municipal.

Pastizal	78 %
Selva	16 %
Agricultura	3 %
Zona Urbana	2 %

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Moloacán, Veracruz de Ignacio de la Llave Clave geoestadística 30111.

De igual forma, al realizar la georreferenciación del área de estudio en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) se obtuvo la siguiente información acerca del uso del suelo dentro del Sistema Ambiental:

Tabla II.26. Información sobre uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental.

Área de estudio	Clave (uso de suelo y/o tipo de vegetación)	Grupo de vegetación	Tipo de vegetación	Tipo de Veg. / Veg. Sec.
Área del Proyecto (5,554.44 m^2)	PC	Pastizal cultivado	No aplicable	Pastizal cultivado
Terreno Total (20,000 m^2)	PC	Pastizal cultivado	No aplicable	Pastizal cultivado
Sistema Ambiental o zona de amortiguamiento	PC	Pastizal cultivado	No aplicable	Pastizal cultivado
	AH	Asentamientos humanos	No aplicable	Asentamientos humanos
	VSa/SAP	Selva perennifolia	Selva perennifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia

Con base en la tabla anterior y la siguiente imagen se observa que dentro del Sistema Ambiental el tipo de uso de suelo es de pastizal cultivado, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y de asentamientos humanos, ubicando el área del Proyecto dentro de pastizal de cultivo (Figura II. 22). En la actualidad la gran mayoría del territorio de la zona se ha visto modificado por la instalación de infraestructura comercial, industrial, urbana entre otras, dando lugar a un mosaico de tierras agropecuarias; utilizadas principalmente para cultivo y ganadería. Además, debido a que el proyecto se ubica en un área de planicies, esta es apta para la actividad de pastizal cultivado, en donde se combina con actividades de agricultura de temporal.

Con base en la tabla anterior a continuación se presenta una breve descripción de cada uso de suelo existente en el SA.

- ***Pastizal inducido:*** Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: Zacate tres barbas (Aristida adscensionis), Zacate borreguero (Dasyochloa pulchella), Zacate burro (Paspalum notatum), Zacate cadillo o Roseta (Cenchrus spp.), Muhlenbergia phleoides, Enneapogon desvauxii, entre otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

- ***Asentamientos humanos***: Área donde existe un agrupamiento de construcciones permanentes, de acuerdo con una traza urbana, a la que se le asocia con un nombre.

- ***Selva perennifolia***: Comunidad formadas por vegetación arbórea de origen meridional, de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco con formación vegetal donde predominan los árboles que mantienen su cubierta de hojas durante todo el año, descrita frecuentemente por epífitas, trepadoras leñosas, líquenes y palmas de diferentes tipos y herbáceas de grandes hojas, algunas de las especies de flora más comunes son el amate (ficus glabrata), la caoba (swietenia macrophylla), el cedro (cedrela spp), el chicozapote (achras zapota), el guarumbo (cecropia peltata), entre otros.

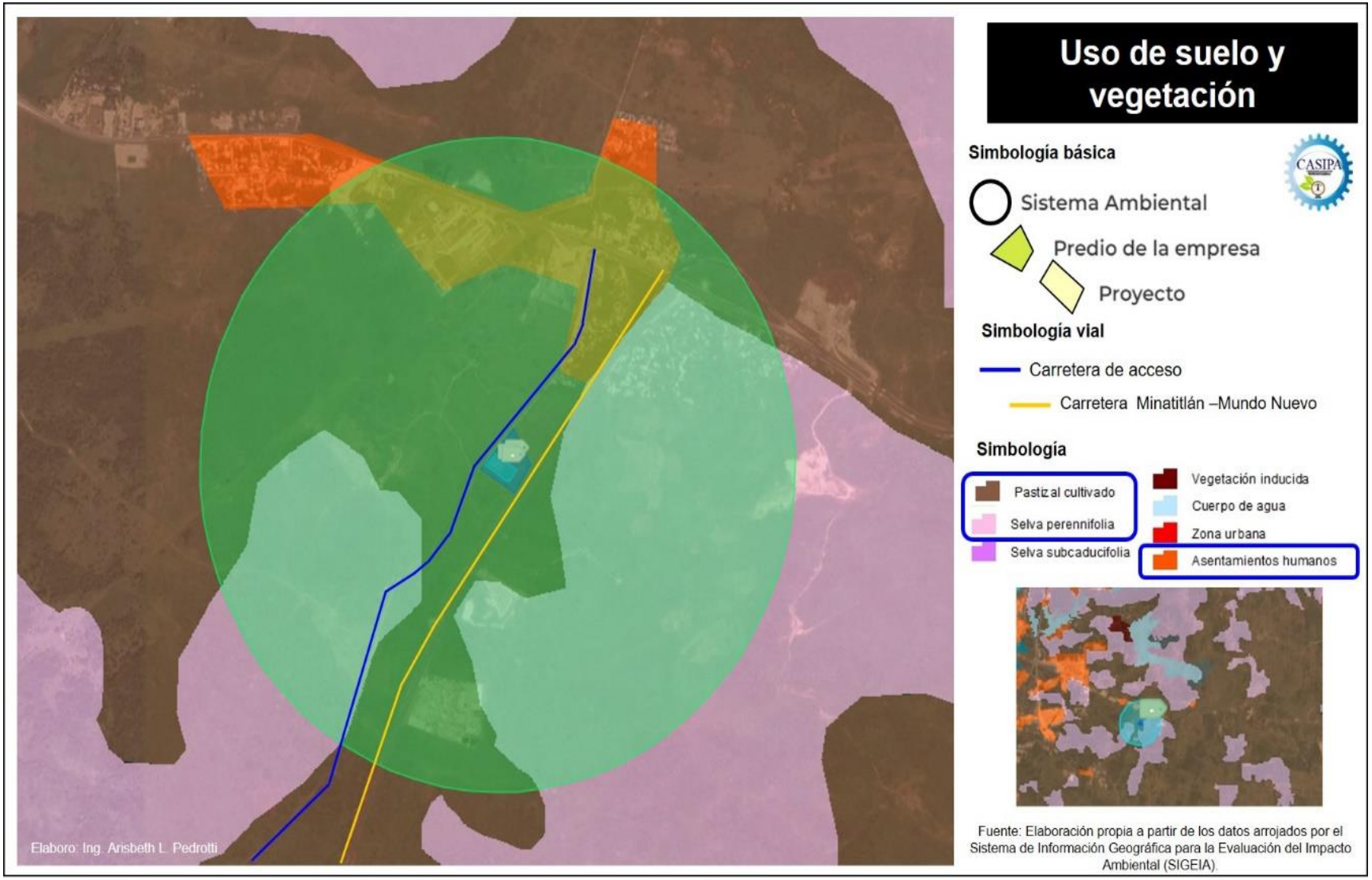


Figura II.22. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. INEGI,2017.

- **Vegetación terrestre:**

Vegetación terrestre en el Área del Proyecto y el Terreno Total:

El terreno total cómo se ha mencionado, cuenta con una superficie de 20,000 m^2 de los cuales serán empleados 5,554.44 m^2 para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., dejando una superficie de 14,445.56 m^2 como área de amortiguamiento.

Para llevar a cabo un reconocimiento de la flora en el predio pretendido para el proyecto, se llevó a cabo una visita durante la temporada de verano, en la cual se trazaron dos transectos al azar con una longitud de 100 m. cada uno (Figura II.23), observando las especies presentes y tomando datos como nombre común, nombre científico (en caso de conocerse), estrato, así como fotografías, principalmente de la flor y futo si se contaba con ello.

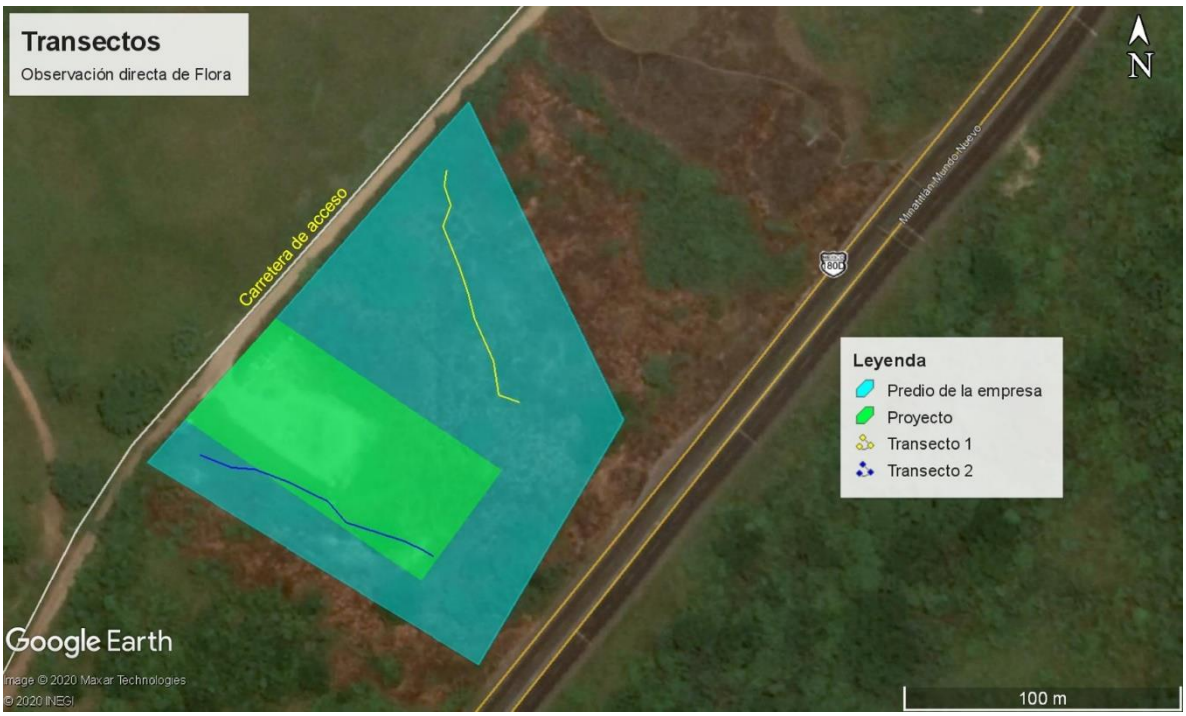


Figura II. 23 Transectos recorridos dentro del predio de la empresa (Proyecto).

Posteriormente, se realizó trabajo de gabinete, donde se determinó y corroboró la especie de manera taxonómica empleado principalmente guías de la región, obteniendo el siguiente listado:

Tabla II.27. Flora identificada en el Área del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN[1]
Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	Nativa	-	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana alba*	Cojón de gato	Nativa		LC
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual blanco	Nativa	-	-

International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern.
LC: Preocupación menor, DD: Datos insuficientes NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico.

Tabla II.27. Flora identificada en el Área del Proyecto. (Continuación..)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN[2]
Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo	-	-	-
Asteraceae	*Sphagneticola trilobata*	Botoncillo	-	-	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativa	-	LC
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Nativa		DD
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado	Nativa	-	DD
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Tepeguaje dormilón	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa pudica var. unijuga*	Dormilona	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa pigra*	Zarza negra	Nativa	-	-
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Nativa		
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	Calavera	Nativa	-	LC
Poaceae	*Chloris barbata Sw*	Pasto Borrego	Introducida	--	LC
Urticaceae	*Cecropia sp*	Guarumo	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Guajito	Nativa		

Figura II. 24 Flora presente en el predio del Proyecto.

[2] International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern.
LC: Preocupación menor, DD: Datos insuficientes NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico.

Vegetación terrestre en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental:

Para describir la vegetación susceptible a encontrase en el Sistema Ambiental se emplearon herramientas bibliográficas y digitales de la región, ya que llevar a cabo muestreos sistemáticos en la zona es complicado dado que los terrenos son inaccesibles por ser de propiedad privada.

El Sistema Ambiental presenta vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y vegetación de tipo pastizal con especies enlistadas a este tipo de ambientes, así como de especies introducidas u ornamentales debido a las actividades humanas de la zona y debido a que el SA se ubica dentro de Moloacán y los límites de Coatzacoalcos, en el siguiente listado se menciona la flora perteneciente a estos grupos de vegetación y que se han observado en la zona.

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Alismataceae	*Sagittaria lancifolia subsp. media*	Kibix	Nativa	-	-
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de agua	Nativa	-	-
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	Nativa	-	LC
Anacardiaceae	*Tapirira mexicana*	Bienvenido	Nativa	-	-
Annonaceae	*Guatteria amplifolia*	Agua catillo	Nativa	-	LC
Annonaceae	*Guatteria diospyroides*	-	Nativa	-	-
Annonaceae	*Xylopia frutescens*	Capulín	Nativa	-	LC
Annonaceae	*Sapranthus microcarpus*	Madre de cacao	Nativa	-	LC
Apiaceae	*Cicuta maculata*	Cicuta	Exótica	-	-
Apiaceae	*Cicuta mexicana*	Cicuta	Nativa	-	-
Apiaceae	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	Nativa	-	-
Apocynaceae	*Forsteronia acouci*		Nativa	-	-
Apocynaceae	*Prestonia mexicana*	Bejuco	Nativa	-	-
Apocynaceae	*Prestonia portobellensis*	-	Nativa	-	-
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Chiche colorado	Nativa	-	NT
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	Nativa	-	LC
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Cacalosúchil	Nativa	-	LC
Apocynaceae	*Stemmadenia litoralis*	Laurel	Nativa	-	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana alba*	Cojón de gato	Nativa	-	LC
Apocynaceae	*Tabernaemontana arborea*	-	Nativa	-	LC
Apocynaceae	*Tabernaemontana arborea*	-	Nativa	-	LC
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Acotope	Nativa	-	LC
Aquifoliaceae	*Ilex belizensis*	-	Nativa	-	-
Aquifoliaceae	*Ilex condensata*	-	Endémica, Nativa	-	-
Araceae	*Colocasia esculenta*	Malanga	Nativa	-	-
Araceae	*Dieffenbachia oerstedii*	Barraquillo	Nativa	-	-
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	Nativa	-	-
Araceae	*Syngonium chiapense*	-	Nativa	-	-
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Nativa	-	-
Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	Nativa	-	-
Araceae	*Bactris major*	Coyolito	Nativa	Pr	Arecaceae
Araceae	*Spathiphyllum phryniifolium*	-	Nativa	-	-
Araceae	*Anthurium crassinervium*	Cola de ratón	Nativa	-	-
Araceae	*Anthurium pentaphyllum var. bombacifolium*	Matanka	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación...)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Araceae	*Philodendron radiatum var. radiatum*	Matanka	Nativa	-	-
Araliaceae	*Hydrocotyle bonariensis*	Corona de santa	Nativa	-	-
Araliaceae	*Hydrocotyle umbellata*	Ombligo de Venus	Nativa	-	LC
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Zapotillo	Nativa	-	-
Araliaceae	*Oreopanax capitatus*	Cabellera de palo	Nativa	-	LC
Araliaceae	*Schefflera morototoni*	Candelero	Nativa	-	LC
Araliaceae	*Schefflera morototoni*	Candelero	Nativa	-	LC
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	Nativa	-	-
Arecaceae	*Attalea butyracea*	Corozo de marrano	Nativa	-	-
Arecaceae	*Desmoncus orthacanthos*	Bejuco de espina	Nativa	-	-
Arecaceae	*Attalea rostrata*	Corozo	Nativa	-	-
Aristolochiaceae	*Aristolochia ovalifolia*	Guaco	Nativa	-	-
	Aristolochia pilosa	Zaragoza	Nativa	-	-
Asparagaceae	*Maianthemum paniculatum*	-	Nativa	-	-
Asphodelaceae	*Aloe vera*	Sábila	Exótica	-	-
Aspleniaceae	*Asplenium cristatum*	Helecho	Nativa	--	-
Asteraceae	*Archibaccharis asperifolia*	Hierba del carbonero	Nativa	-	-
Asteraceae	*Mikania cordifolia*	Asumiate	Nativa	-	-
Asteraceae	*Critonia daleoides*	Palo de lodo	Nativa	-	LC
Asteraceae	*Brickellia diffusa*	-	Endémica nativa	-	-
Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo	Nativa	-	-
Asteraceae	*Tagetes erecta*	Cempasúchil	Nativa	-	-
Asteraceae	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	Nativa	-	LC
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Totolquelite	Nativa	-	-
Asteraceae	*Pluchea odorata*	Hierba de Santa María	Nativa	-	-
Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	Nativa	-	-
Asteraceae	*Vernonanthura patens*	Flor cuaresma	Nativa	-	LC
Asteraceae	*Vernonia patens*	Duraznillo	Nativa	-	-
Asteraceae	*Verbesina persicifolia*	Hierba del toro	Nativa	-	-
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual blanco	Nativa	-	-
Asteraceae	*Tuxtla pittieri*		Nativa	-	-
Asteraceae	*Eclipta prostrata*	Zarzaparrilla	Nativa	-	LC
Asteraceae	*Fleischmannia pycnocephala*	Cruz dulce chica	Nativa	-	-
Asteraceae	*Vernonia salzmannii*	-	Nativa	-	-
Asteraceae	*Sabazia sarmentosa*	-	Nativa	-	-
Asteraceae	*Mikania scandens*	Crucetillo	Nativa	-	-
Asteraceae	*Zexmenia serrata*	Hierba acahualera	Nativa	-	-
Asteraceae	*Centratherum punctatum*	Siempreviva	Exótica	-	-
Asteraceae	*Conyza canadensis var. canadensis*	-	Nativa	-	-
Asteraceae	*Solidago sempervirens var. mexicana*	-	Nativa	-	-
Asteraceae	*Bidens squarrosa var. tereticaulis*	Anisillo	Nativa	-	-
Asteraceae	*Tridax purpusii*	-	Endémica nativa	-	-
Asteraceae	*Roldana candicans*	Hediondilla	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.(continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Begoniaceae	*Begonia fischeri*		Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	Bejuco prieto	Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Bignonia binata*	Bejuco de ajo	Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Bignonia aequinoctialis*	Ajillo	Nativa	-	
Bignoniaceae	*Mansoa hymenaea*	-	Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Fridericia schumanniana*	-	Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Fridericia patellifera*	Bejuco blanco	Nativa	-	-
Bignoniaceae	*Amphitecna latifolia*	Guiro de los petenes	Nativa	-	-
Bixaceae	*Bixa orellana*	Achiote	Nativa	-	LC
Bixaceae	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Algodón silvestre	Nativa	-	LC
Bixaceae	*Bixa orellana*	Achiote	Nativa	-	LC
Blechnaceae	*Blechnum serrulatum*	Helecho	Nativa	-	-
Brassicaceae	*Rorippa walteri*	Berro amarrillo		-	-
Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Gallito	Nativa	-	-
Bromeliaceae	*Aechmea magdalenae*	Pita	Nativa	-	-
Bromeliaceae	*Tillandsia caput-medusae*	Gallito	Nativa	-	-
Bromeliaceae	*Tillandsia paucifolia*	Bromelia	Endémica nativa	-	-
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Aguama	Nativa	-	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativa	-	LC
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativa	-	LC
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	Nativa	-	LC
Cactaceae	*Hylocereus undatus*	Pitahaya	Nativa	-	DD
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	Nativa	-	LC
Cactaceae	*Selenicereus testudo*	Pitayita nocturna de tortuga	-	-	-
Campanulaceae	*Lobelia cardinalis*	Lobelia cardenal	Nativa		LC
Campanulaceae	*Lobelia laxiflora*	Aretitos	Nativa	-	-
Campanulaceae	*Triodanis perfoliata*	Pensamiento	Nativa	-	-
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Capulín cimarrón	Nativa	-	LC
Cannaceae	*Canna generalis*	Platanillo	Nativa	-	-
Cannaceae	*Canna glauca*	Achira amarilla	Nativa	-	-
Cannaceae	*Canna indica*	Bandera española	Nativa	-	-
Cannaceae	*Canna indica*	Bandera española	Nativa	-	-
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Nativa	-	DD
Casuarinaceae	*Casuarina cunninghamiana*	Casuarina	Exótica-Invasora	-	-
Celastraceae	*Hippocratea volubilis*	Bejuco colorado	Nativa	-	-
Chenopodiaceae	*Dysphania ambrosioides*	Epazote	Nativa	-	-
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Ciruela blanca	Nativa	-	LC
Chrysobalanaceae	*Couepia polyandra*	Palo de fraile	Nativa	-	-
Chrysobalanaceae	*Hirtella racemosa*	Escobilla	Nativa	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Chrysobalanaceae	*Licania hypoleuca*	Jicaquillo	Nativa	-	LC
Chrysobalanaceae	*Moquilea platypus*	Cabeza de mico	Nativa	-	LC
Chrysobalanaceae	*Hirtella racemosa var. hexandra*		Nativa	-	-
Cleomaceae	*Cleome viscosa*	Cola de rata	Nativa	-	-
Cleomaceae	*Cleome serrata subsp. serrata*	-	-	-	-
Clethraceae	*Clethra occidentalis*	-	Nativa	-	-
Clusiaceae	*Garcinia intermedia*	Jorco	Nativa	-	LC
Clusiaceae	*Garcinia macrophylla*	Madroño liso	Nativa	-	-
Combretaceae	*Combretum erianthum*	Bejuco colorado	Nativa	-	-
Combretaceae	*Combretum laxum*	Cuamecate	Nativa	-	LC
Combretaceae	*Terminalia amazonia*	Cortés amarillo	Nativa	-	LC
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	Nativa	-	-
Combretaceae	*Terminalia amazonia*	Cortés amarillo	Nativa	-	LC
Commelinaceae	*Callisia fragrans*	Falsa bromelia	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Nativa	-	LC
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia discolor*	Hierba del cáncer	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia spathacea*	Magueyito morado	Nativa	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia zebrina var. zebrina*	Hierba del pollo	Nativa	-	-
Connaraceae	*Connarus schultesii*	-	Endémica Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado	Nativa	-	DD
Convolvulaceae	*Ipomoea imperati*	Campanilla blanca de playa	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea indica*	Bejuco blanco	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de mar	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea purga*	Hoja de jalapa	Nativa	-	-
Convolvulaceae	*Odonellia hirtiflora*		Nativa	-	-
Cordiaceae	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	Nativa	-	LC
Cordiaceae	*Cordia spinescens*	Bejuco de cara	Nativa	-	-
Cordiaceae	*Cordia stenoclada*		Nativa	-	LC
Cordiaceae	*Varronia spinescens*	Bolita prieta	Nativa	-	LC
Costaceae	*Costus pulverulentus*	Caña de indio	Nativa	-	-
Costaceae	*Costus spicatus*	Cañagria	Nativa	-	-
Crassulaceae	*Kalanchoe pinnata*	Hoja del aire	Exótica-Invasora	-	-
Cucurbitaceae	*Melothria pendula*	Sandía de ratón	Nativa	-	-
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	Pepino cimarrón	Exótica	-	-
Cucurbitaceae	*Luffa cylindrica*	Estropajo asiático	Exótica	-	-
Cyatheaceae	*Cyathea myosuroides*	Palmito chino	Nativa	-	-
Cycadaceae	*Cycas revoluta*	Palma de Segú	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus articulatus*	Carricillo	Nativa	-	LC
Cyperaceae	*Fimbristylis autumnalis*	-	Nativa	-	LC
Cyperaceae	*Rhynchospora barbata*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*	-	Nativa	-	LC
Cyperaceae	*Fuirena camptotricha*	Pata de zopilote	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus iria*	Coquillo rojo	Exótica	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Cyperaceae	*Cyperus laxus*	Pelo de chino	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Lipocarpha mexicana*	-	-	-	-
Cyperaceae	*Scleria microcarpa*	Zacate	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Eleocharis mutata*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus odoratus*	Hierba del zopilote	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus polystachyos*	Coyolillo	Nativa	-	LC
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*	Cebollín	Exótica	-	LC
Cyperaceae	*Fuirena simplex*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus surinamensis*	Tule	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Bulbostylis tenuifolia*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Bulbostylis vestita*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Rhynchospora nervosa subsp. ciliata*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Fimbristylis cymosa var. spathacea*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus blepharoleptos*	-	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Fimbristylis dichotoma*	Pelo de chino	Nativa	-	LC
Cyperaceae	*Cyperus laxus*	Pelo de chino	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus luzulae*	Zacate de estrella	Nativa	-	-
Cyperaceae	*Cyperus polystachyos*	Bunchy flat-sedge	Nativa	-	LC
Dichapetalaceae	*Dichapetalum donnell-smithii var. chiapasense*	-	Nativa	-	-
Dicranaceae	*Holomitrium arboreum*	Musgo	Nativa	-	-
Dicranaceae	*Dicranella herminieri*	Musgo	Nativa	-	-
Dilleniaceae	*Curatella americana*	Hojamán	Nativa	-	-
Dilleniaceae	*Davilla kunthii*	Lija	Nativa	-	-
Dilleniaceae	*Doliocarpus dentatus*	Bejuco rosa	Nativa	-	-
Dilleniaceae	*Tetracera volubilis*	Bejuco colorado	Nativa	-	-
Dilleniaceae	*Doliocarpus dentatus subsp. dentatus*	-	Nativa	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea composita*	Barbasco	Nativa	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea floribunda*	Barbasco amarillo	Endémica Nativa	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea mexicana*	Cocolmeca	Nativa	-	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea composita*	Barbasco	Nativa	-	-
Dryopteridaceae	*Polybotrya polybotryoides*	Helecho	Nativa	-	-
Dryopteridaceae	*Stigmatopteris sordida*	Helecho	Nativa	-	-
Elaeocarpaceae	*Sloanea tuerckheimii*	Palo colorado	Nativa	-	LC
Ericaceae	*Gaultheria acuminata*	Arrayán	Nativa	-	LC
Ericaceae	*Vaccinium leucanthum*	Cahuiche	Nativa	-	-
Erythroxylaceae	*Erythroxylum lucidum*	-	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Alchornea latifolia*	Achiotillo	Endémica Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Croton glandulosus*	Sangre de drago	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Croton lobatus*	Croton lobado	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Croton punctatus*	Crotón del Golfo	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla del Mediterráneo	Exótica-Invasora	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Euphorbiaceae	*Plukenetia penninervia*	-	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñón de tempate	Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Euphorbia ocymoidea*	Golondrina	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus urens*	Chichicastle	Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla*	Lechero	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia marginata*	Velo de novia	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia bombensis*	Costero del sur	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia dioeca*	Golondrina	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	Golondrina	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia prostrata*	Golondrina	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Caperonia castaneifolia*	-	Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Amatillo	Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Croton glabellus*	Palo casero	Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Acalypha hispida*	Rabo de gato de Malasia	Exótica Nativa	-	-
Euphorbiaceae	*Alchornea latifolia*	Achiotillo	Endémica Nativa	-	LC
Euphorbiaceae	*Acalypha arvensis*	Borreguillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa albida*	Dormilona grande	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Tepeguaje dormilón	Nativa	-	-
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa pigra*	Zarza negra	Nativa	-	-
Fabaceae	*Pithecellobium furcatum*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Inga punctata*	Acotope	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Inga pavoniana*	Jinicuil	Nativa	-	-
Fabaceae	*Inga pinetorum*	Jinicuil	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Mimosa orthocarpa*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Mimosa velloziana*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Albizia lebbeck*	Acacia amarilla	Exótica-Invasora	-	-
Fabaceae	*Zygia cognata*	Palo de humo	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Zygia peckii*	-	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Lysiloma auritum*	-	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Abarema idiopoda*	-	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Calliandra houstoniana*	Barba de viejo	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Cojoba graciliflora*	-	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Cojoba mariaelenae*	-	Endémica Nativa	-	-
Fabaceae	*Inga marginata*	Guajiniquil negro	Nativa	-	-
Fabaceae	*Zygia latifolia*		Nativa	-	-
Fabaceae	*Senna alata*	Mazorquilla	Nativa	-	-
Fabaceae	*Diphysa americana*	Flor de gallito	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Aeschynomene americana*	Guajillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Macroptilium atropurpureum*	Chorequillo	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Fabaceae	*Macroptilium atropurpureum*	Chorequillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Dalbergia brownei*	Cruceta	Nativa	-	-
Fabaceae	*Calopogonium caeruleum*	Jícama cimarrona	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista chamaecristoides*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Tephrosia cinerea*	Barbasco medicinal	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista diphylla*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Senna fruticosa*	Caña fistola	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Andira galeottiana*	Maca colorada	Endémica Nativa	-	VU
Fabaceae	*Chamaecrista glandulosa*	-	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Cassia grandis*	Carao	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Dialium guianense*	Palo de lacandón	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Desmodium helleri*	-	Endémica Nativa	-	-
Fabaceae	*Lonchocarpus heptaphyllus*	Palo seco	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Chamaecrista hispidula*	Hoja sen	Nativa	-	-
Fabaceae	*Crotalaria incana*	Cascabelito	Nativa	-	-
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Amor seco	Nativa	-	-
Fabaceae	*Andira inermis*	Maquilla	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Ormosia isthmensis*	Colorín	Nativa	Pr	-
Fabaceae	*Chamaecrista kunthiana*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Indigofera leptosepala*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Phaseolus lunatus*	Frijol ancho	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Phaseolus vulgaris*	Frijol	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Desmodium canum*		Nativa	-	-
Fabaceae	*Inga vera*	Aguatope	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Mimosa pellita*	Lollipop mimosa	Nativa	-	-
Fabaceae	*Dioclea megacarpa*		Nativa	-	-
Fabaceae	*Senegalia polyphylla*	Carbonera	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Inga vera subsp. spuria*	Vainilla	Nativa	-	-
Fabaceae	*Chamaecrista chamaecristoides var. chamaecristoides*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Aeschynomene americana var. glandulosa*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Aeschynomene sensitiva var. sensitiva*	-	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa albida var. strigosa*	Dormilona grande	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa pudica var. unijuga*	Dormilona	Nativa	-	-
Fabaceae	*Entada gigas*	Corazón de mar	Nativa	-	-
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Mimosa watsonii*	Cerilla	Nativa	-	-
Fabaceae	*Aeschynomene americana*	Guajillo	Nativa	-	-
Fabaceae	*Haematoxylum campechianum*	Palo de Campeche	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Dialium guianense*	Palo de lacandón	Nativa	-	LC
Fabaceae	*Senna reticulata*	Guacamayo	Nativa	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Fabaceae	*Senna quinquangulata var. quinquangulata*	-	Nativa	-	-
Gentianaceae	*Chelonanthus alatus*	-	Nativa	-	-
Gleicheniaceae	*Gleichenella pectinata*	Helecho estrella	Nativa	-	-
Heliconiaceae	*Heliconia bourgaeana*	Heliconia	Nativa	-	-
Heliconiaceae	*Heliconia latispatha*	Platanillo	Nativa	-	-
Heliconiaceae	*Heliconia uxpanapensis*	-	Endémica Nativa	-	-
Heliconiaceae	*Heliconia psittacorum*	Avecilla	Nativa	-	-
Heliotropiaceae	*Heliotropium indicum*	Cola de alacrán	Nativa	-	-
Heliotropiaceae	*Tournefortia bicolor*		Nativa	-	LC
Heliotropiaceae	*Tournefortia glabra*	Limoncillo	Nativa	-	LC
Hydrangeaceae	*Philadelphus affinis*	Mosqueta	Endémica Nativa	-	-
Hydroleaceae	*Hydrolea spinosa*	Yerba de la Potra	Nativa	-	-
Hydroleaceae	*Hydrolea spinosa var. spinosa*	-	Nativa	-	-
Hypericaceae	*Hypericum silenoides*	Sangrenaria	Nativa	-	-
Hypericaceae	*Vismia mexicana*	Nanchillo	Nativa	-	-
Hypericaceae	*Vismia camparaguey*	Camparaguey	Nativa	-	LC
Iridaceae	*Sisyrinchium angustifolium*	Zacatillo	Nativa	-	-
Juncaceae	*Juncus imbricatus*	-	Nativa	-	-
Juncaceae	*Juncus marginatus*	Junco	Nativa	-	-
Lacistemataceae	*Lacistema aggregatum*	Cafecillo	Nativa	-	-
Lamiaceae	*Hyptis capitata*	Botoncillo	Nativa	-	-
Lamiaceae	*Hyptis conferta*	-	Nativa	-	-
Lamiaceae	*Hyptis mutabilis*	Yerba del lucero	Nativa	-	-
Lamiaceae	*Lepechinia schiedeana*	Hierba del cáncer	Nativa	-	-
Lamiaceae	*Ocimum campechianum*	Albahaca	Nativa	-	-
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Capulincillo		-	-
Lauraceae	*Ocotea bourgeauviana*	Mo-gu	Nativa	-	-
Lauraceae	*Ocotea cernua*	Laurel	Nativa	-	LC
Lauraceae	*Ocotea dendrodaphne*	Cuaumait	Nativa	-	LC
Lauraceae	*Ocotea uxpanapana*	-	Endémica Nativa	-	VU
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	Nativa	-	LC
Lauraceae	*Damburneya ambigens*	Laurel	Nativa	-	LC
Lauraceae	*Ocotea tampicensis*	Tzenojte	Endémica Nativa	-	-
Lentibulariaceae	*Utricularia foliosa*	Pasilla	Nativa	-	LC
Linaceae	*Linum tenellum*	Lino	Endémica Nativa	-	-
Lindsaeaceae	*Lindsaea quadrangularis subsp. subalata*	Helecho	Nativa	-	-
Loganiaceae	*Spigelia anthelmia*	Lombricera	Nativa	-	-
Loganiaceae	*Strychnos tabascana*	Cabalonga de tabasco	Nativa	-	-
Loranthaceae	*Struthanthus cassythoides*	Matapalo	Nativa	-	-
Loranthaceae	*Psittacanthus calyculatus*	Injerto de huizache	Endémica, Nativa	-	-
Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Lythraceae	*Cuphea carthagenensis*	Escobilla	Nativa	--	-
Lythraceae	*Cuphea procumbens*	Hierba del cáncer	Endémica, Nativa	-	-
Lythraceae	*Cuphea utriculosa*	Quiebrapiedras	Nativa	-	-
Lythraceae	*Lagerstroemia indica*	Árbol de Júpiter	Exótica	-	-
Malpighiaceae	*Bunchosia lindeniana*	Nanche de perro	Nativa	-	LC
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nananche	Nativa	-	LC
Malpighiaceae	*Heteropterys laurifolia*	Escobillo	Nativa	-	LC
Malpighiaceae	*Tetrapterys schiedeana*	Sak aak'	Nativa	-	-
Malpighiaceae	*Stigmaphyllon lindenianum*	Estrella	Nativa	-	-
Malpighiaceae	*Heteropterys laurifolia*	Escobillo	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Apeiba tibourbou*	Achota	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	Jonote	Endémica Nativa	-	LC
Malvaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	Jonote	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Heliocarpus donnellsmithii*	Jonote blanco	Nativa	-	-
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	Nativa	-	-
Malvaceae	*Triumfetta polyandra*	Cadillo	Nativa	-	-
Malvaceae	*Triumfetta semitriloba*	Malva	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Pachira aquatica*	Zapote de agua	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Coquito	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Hampea nutricia*	Jonote blanco	Endémica Nativa	-	-
Malvaceae	*Hibiscus costatus*		Nativa	-	-
Malvaceae	*Hibiscus furcellatus*	-	Nativa	-	-
Malvaceae	*Hibiscus pernambucensis*	Majahua	Nativa	-	-
Malvaceae	*Sterculia mexicana*	Bellota	Nativa	-	-
Malvaceae	*Waltheria glomerata*	Barrenillo	Nativa	-	-
Malvaceae	*Melochia hirsuta*		Nativa	-	-
Malvaceae	*Waltheria brevipes*	Barrenillo	Nativa	-	-
Malvaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	Jonote	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Heliocarpus donnellsmithii*	Jonote blanco	Nativa	-	-
Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	Nativa	-	-
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Coquito	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Abelmoschus moschatus*	Borraja asiática	Exótica	-	-
Malvaceae	*Hampea nutricia*	Jonote blanco	Endémica Nativa	-	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	Nativa	-	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Bellota de cuaulote	Nativa	-	LC
Malvaceae	*Ochroma lagopus*	Balsa	Nativa	-	-
Malvaceae	*Quararibea yunckeri subsp. sessiliflora*	-	Nativa	-	-
Marantaceae	*Calathea lutea*	Gadetea	Nativa	-	-
Marantaceae	*Stromanthe macrochlamys*	-	Nativa	-	-
Marantaceae	*Thalia geniculata*	Popal	Nativa	-	-
Marantaceae	*Stromanthe macrochlamys*	-	Nativa	-	-
Marcgraviaceae	*Souroubea loczyi*	-	Nativa	-	-
Melastomataceae	*Clidemia capitellata*	Mortiño	Nativa	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Melastomataceae	*Clidemia hirta*	Mortiño	Nativa	-	-
Melastomataceae	*Clidemia petiolaris*	Capulincillo	Nativa	-	-
Melastomataceae	*Clidemia sericea*		Nativa	-	-
Melastomataceae	*Conostegia icosandra*	Capulín	Nativa	-	-
Melastomataceae	*Miconia prasina*	-	Nativa	-	LC
Melastomataceae	*Miconia trinervia*	Canillo	Nativa	-	LC
Melastomataceae	*Tibouchina galeottiana*	-	Endémica Nativa	-	-
Melastomataceae	*Tibouchina longifolia*	Chilquilla	Nativa	-	LC
Melastomataceae	*Miconia argentea*	Capulincillo	Nativa	-	LC
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Endémica Nativa	Pr	CR
Meliaceae	*Guarea glabra*	Bejuco blanco	Nativa	-	LC
Meliaceae	*Trichilia havanensis*	Ciruelillo	Nativa	-	LC
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	Nativa	-	VU
Meliaceae	*Guarea grandifolia*	Cedrillo	Nativa	-	-
Meliaceae	*Trichilia breviflora*	Zapotillo	Nativa	-	EN
Meliaceae	*Trichilia martiana*	Palo de aceite	Nativa	-	LC
Meliaceae	*Trichilia moschata*		Nativa	-	LC
Meliaceae	*Guarea glabra*	Bejuco blanco	Nativa	-	LC
Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Colorín	Nativa	-	
Menyanthaceae	*Nymphoides indica*	Estrella de agua	Nativa	-	LC
Meteoriaceae	*Pilotrichella flexilis*	Musgo	Nativa	-	-
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	Nativa	-	-
Moraceae	*Brosimum guianense*	Asta	Nativa	-	LC
Moraceae	*Clarisia biflora*	Árbol del pan	Nativa	-	LC
Moraceae	*Ficus pertusa*	Amatillo	Nativa	-	LC
Moraceae	*Pseudolmedia spuria*	Asta amarilla	Nativa	-	-
Moraceae	*Trophis mexicana*	Estrellita	Nativa	-	LC
Moraceae	*Trophis racemosa*	Campanilla	Nativa	-	LC
Moraceae	*Ficus elastica*	Hule	Nativa	-	-
Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Higuerón	Nativa	-	LC
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Nativa	-	
Myricaceae	*Morella cerifera*	Árbol de la cera	Nativa	-	LC
Myristicaceae	*Compsoneura sprucei*	Palo de sangre	Nativa	-	-
Myristicaceae	*Compsoneura mexicana*	Sangrillo	Nativa	-	LC
Myristicaceae	*Compsoneura sprucei*	Palo de sangre	Nativa	-	-
Myrtaceae	*Calyptranthes karlingii*	-	Endémica Nativa	-	-
Myrtaceae	*Eugenia aeruginea*	Serrette guave	Nativa	-	-
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulín de mayo	Nativa	-	LC
Myrtaceae	*Eugenia venezuelensis*	Capulín	Nativa	-	LC
Myrtaceae	*Myrcia splendens*	Capulincillo	Nativa	-	LC
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce	Nativa	-	LC
Myrtaceae	*Psidium guineense*	Guayaba cimarrón	Nativa	-	LC
Myrtaceae	*Eugenia xalapensis*	Capulín	Nativa	-	-
Nephrolepidaceae	*Nephrolepis biserrata*	Cola de pescado	Nativa	-	-
Nephrolepidaceae	*Nephrolepis hirsutula*	Helecho	Nativa	-	-
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Palo pozole	Nativa	-	LC
Nyctaginaceae	*Okenia hypogaea*	Hierba mora	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Nymphaeaceae	*Nymphaea ampla*	Flor de agua	Nativa	-	-
Ochnaceae	*Sauvagesia erecta*		Nativa	-	-
Onagraceae	*Ludwigia leptocarpa*	-	Nativa	-	LC
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	Camarón	Nativa	-	LC
Onagraceae	*Ludwigia peploides*	Duraznillo de agua	Nativa	-	-
Onagraceae	*Ludwigia helminthorrhiza*	-	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Brassavola nodosa*	Dama de noche	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Epidendrum nocturnum*	Dama de noche	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Eulophia alta*	Coco silvestre	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Govenia lagenophora*	Cozticzacatzacoxochitl	Endémica Nativa	-	-
Orchidaceae	*Habenaria alata*	Orquídea de los pantanos	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Habenaria bractescens*	Orquídea de los pantanos	-	-	-
Orchidaceae	*Habenaria repens*	Waterspider Bog Orchid	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea monja africana	Exótica-Invasora	-	-
Orchidaceae	*Prosthechea cochleata*	Pulpito	Nativa	-	-
Orchidaceae	*Stenorrhynchos lanceolatum*	Terciopelo morado	-	-	-
Orobanchaceae	*Castilleja arvensis*	Cresta de gallo	Nativa	-	-
Orobanchaceae	*Conopholis alpina*	Elotes de coyote	Nativa	-	-
Osmundaceae	*Osmunda regalis*	Helecho real	Nativa	-	LC
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Maracuyá silvestre	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora coriacea*	Ala de murciélago	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora serratifolia*	Granadilla	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora sexflora*	Pata de cabra	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora foetida var. hastata*	Tomate de guajolote	Nativa	-	-
Passifloraceae	*Passiflora sexocellata*	Alas de murciélago	Nativa	-	-
Pentaphylacaceae	*Ternstroemia tepezapote*	Limoncillo	Nativa	-	-
Pentaphylacaceae	*Ternstroemia tepezapote*	Limoncillo	Nativa	-	-
Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carricillo silvestre	Nativa	-	-
Picramniaceae	*Picramnia teapensis*	-	Nativa	-	-
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino ocote	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper aduncum*	Hierba del soldado	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper aequale*	-	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper auritum*	Hierba santa	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper dilatatum*	Cáncer	Nativa	-	-
Piperaceae	*Piper lucaeanum*	-	Nativa	-	-
Piperaceae	*Piper nitidum*	-	Nativa	-	-
Piperaceae	*Piper williamsii*	-	Nativa	-	-
Piperaceae	*Piper hispidum*	Canutillo	Nativa	-	LC
Piperaceae	*Piper umbellatum*	Acuya	Nativa	-	-
Plantaginaceae	*Russelia sarmentosa*	Flor de mirto rojo silvestre	Nativa	-	-

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Plantaginaceae	*Scoparia dulcis*	Paraguay	Nativa	-	-
Plantaginaceae	*Bacopa monnieri*	Verdolaga de puerco	Nativa	-	LC
Plantaginaceae	*Conobea scoparioides*	-	Nativa	-	-
Poaceae	*Guadua aculeata*	Bambú	Nativa	-	-
Poaceae	*Eragrostis acutiflora*	-	Nativa	-	-
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	Exótica-Invasora	-	-
Poaceae	*Bothriochloa alta*	Popotillo	Nativa	-	-
Poaceae	*Hymenachne amplexicaulis*	Corcho	Nativa	-	-
Poaceae	*Panicum aquaticum*	-	Nativa	-	-
Poaceae	*Eragrostis atrovirens*	Pasto	Exótica	-	-
Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	Nativa	-	LC
Poaceae	*Eragrostis bahiensis*	-	Exótica	-	-
Poaceae	*Chloris barbata*	Paraguita morada	Exótica	-	-
Poaceae	*Digitaria bicornis*	Zacate guarda roció	Nativa	-	-
Poaceae	*Cenchrus spinifex*	Rosetilla	Nativa	-	-
Poaceae	*Eragrostis rufescens var. mesoamericana*	-	Nativa	-	-
Poaceae	*Dichanthelium portoricense*	Pasto	Nativa	-	-
Podocarpaceae	*Podocarpus guatemalensis*	Palo de campana	Nativa	-	LC
Polygalaceae	*Polygala longicaulis*	-	Nativa	-	-
Polygalaceae	*Securidaca diversifolia*	Bejuco	Nativa	-	LC
Polygalaceae	*Securidaca erecta*	-	Nativa	-	-
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	Coralita	Nativa	-	-
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	Nativa	-	LC
Polygonaceae	*Coccoloba humboldtii*	Tocó prieto	Endémica, Nativa	-	LC
Polypodiaceae	*Pleopeltis plebeia*	Helecho	Nativa	-	-
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	Lirio acuático sudamericano	Exótica-Invasora	-	-
Pontederiaceae	*Pontederia sagittata*	Platanillo	Nativa	-	-
Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulín agrio	Nativa	-	LC
Primulaceae	*Rapanea ferruginea*	Laurel chino	Nativa	-	-
Proteaceae	*Roupala montana*	Palo de zorrillo	Nativa	-	LC
Pteridaceae	*Acrostichum aureum*	Helecho de playa	Nativa	-	LC
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium*	Helecho de playa	Nativa	-	LC
Pteridaceae	*Pityrogramma calomelanos*	Helecho plateado	Nativa	-	-
Pteridaceae	*Pteris pungens*	Helecho	Nativa	-	-
Pteridaceae	*Pityrogramma calomelanos var. calomelanos*	Helecho	Nativa	-	-
Ranunculaceae	*Clematis dioica*	Barba de chivo	Nativa	-	-
Ranunculaceae	*Clematis polygama*	Zichilzac	Nativa	-	-
Rhamnaceae	*Gouania lupuloides*	Bejuco leñatero	Nativa	-	-
Rhamnaceae	*Rhamnus pompana*	-	Nativa	-	-
Rhamnaceae	*Gouania obamana*	-	Nativa	-	-
Rosaceae	*Prunus tetradenia*	-	Endémica, Nativa	-	-
Rubiaceae	*Cephalanthus occidentalis*	Jazmin tallo	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Alibertia edulis*	Canilla de venado	Nativa	-	LC
Rubiaceae	*Appunia guatemalensis*	-	Nativa	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Rubiaceae	*Deppea grandiflora*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Faramea occidentalis*	Huesito	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Galium uncinulatum*	Colcha erizada	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Genipa americana*	Jagua	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Guettarda tikalana*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Psychotria oerstediana*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Nativa	-	LC
Rubiaceae	*Diodia serrulata*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Randia tomatillo*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Psychotria panamensis var. panamensis*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Randia aculeata var. dasyclada*	-	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Hamelia patens var. glabra*	Coralillo	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Faramea occidentalis*	Huesito	Nativa	-	-
Rubiaceae	*Psychotria poeppigiana*	Labios ardientes	Nativa	-	-
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Chichón	Nativa	-	LC
Rutaceae	*Zanthoxylum kellermanii*	Rabo de lagarto	Nativa	-	-
Rutaceae	*Ruta graveolens*	Ruda	Nativa	-	-
Salicaceae	*Casearia aculeata*	Capulín corona	Nativa	-	LC
Salicaceae	*Casearia nitida*	Chamiso	Nativa	-	-
Salicaceae	*Xylosma panamensis*	Brujo	Nativa	-	LC
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Anona de llano	Nativa	-	-
Salicaceae	*Pleuranthodendron lindenii*	Botoncillo	Nativa	-	-
Salicaceae	*Salix chilensis*	Sauce amargo	Nativa	-	-
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Anona de llano	Nativa	-	-
Salviniaceae	*Salvinia minima*	Lentejuela acuática	Nativa	-	-
Santalaceae	*Phoradendron quadrangulare*	Matapalo	Nativa	-	-
Sapindaceae	*Allophylus psilospermus*	-	Nativa	-	-
Sapindaceae	*Cupania belizensis*	Tres lomos	Nativa	-	-
Sapindaceae	*Cupania dentata*	Agua al ojo blanco	Nativa	-	-
Sapindaceae	*Cupania glabra*	Cojote venado	Nativa	-	LC
Sapindaceae	*Paullinia clavigera*	Bejuco	Nativa	-	-
Sapindaceae	*Cupania dentata*	Agua al ojo blanco	Nativa	-	-
Sapotaceae	*Pouteria neglecta*	-	Nativa	-	-
Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	Nativa	-	-
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata subsp. cordata*	-	Nativa	-	-
Selaginellaceae	*Selaginella oaxacana*	Selaginela	Nativa	-	-
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	Nativa	-	LC
Siparunaceae	*Siparuna thecaphora*	Limoncillo	Nativa	-	LC
Smilacaceae	*Smilax domingensis*	Cocolmeca	Nativa	-	-
Smilacaceae	*Smilax lanceolata*	Huitztololo	Nativa	-	-
Smilacaceae	*Smilax mollis*	Diente de perro	Nativa	-	-
Solanaceae	*Solanum aligerum*	-	Nativa	-	LC
Solanaceae	*Capsicum annuum*	Chile	Nativa	-	LC
Solanaceae	*Capsicum chinense*	Chile habanero	Nativa	-	-
Solanaceae	*Cestrum fasciculatum*	Hierba del perro	Endémica	-	LC

Tabla II.28. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental. (continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059[3]	IUCN
Solanaceae	*Solanum schlechtendalianum*	Hierba del perro	Nativa	-	LC
Solanaceae	*Solanum umbellatum*	Barba de chivo	Nativa	-	-
Solanaceae	*Solanum diversifolium*	-	Nativa	-	
Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	Palo verde	Nativa	-	LC
Staphyleaceae	*Turpinia paniculata*	Palo verde	Nativa	-	-
Typhaceae	*Typha domingensis*	Tule	Nativa	-	LC
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Chancarro	Nativa	-	LC
Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	Nativa	-	LC
Urticaceae	*Myriocarpa longipes*	Carne de caballo	Nativa	-	
Verbenaceae	*Citharexylum caudatum*	Naranjillo	Nativa	-	LC
Verbenaceae	*Citharexylum ellipticum*	Capulincillo	Endémica Nativa	-	-
Verbenaceae	*Lantana urticifolia*	Palabra de mujer	Nativa	-	-
Verbenaceae	*Lippia myriocephala*	Colpanchi blanco	Nativa	-	LC
Verbenaceae	*Stachytarpheta jamaicensis*	Hoja de corrimiento	Nativa	-	-
Vitaceae	*Cissus microcarpa*	Trepadora	Nativa	-	-
Vitaceae	*Cissus verticillata*	Tripa de zopilote	Nativa	-	-
Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Bejuco blanco	Nativa	-	-
Vitaceae	*Cissus alata*	Come mano	Nativa	-	-
Xyridaceae	*Xyris ambigua*	-	Nativa	-	-
Xyridaceae	*Xyris jupicai*	-	Nativa	-	-
Xyridaceae	*Xyris ambigua*	-	Nativa	-	-
Zingiberaceae	*Renealmia mexicana*	Ixquihit cimarrón o de monte	Nativa	-	-
Zygophyllaceae	*Kallstroemia máxima*	Abrojo de flor amarilla	Nativa	-	-

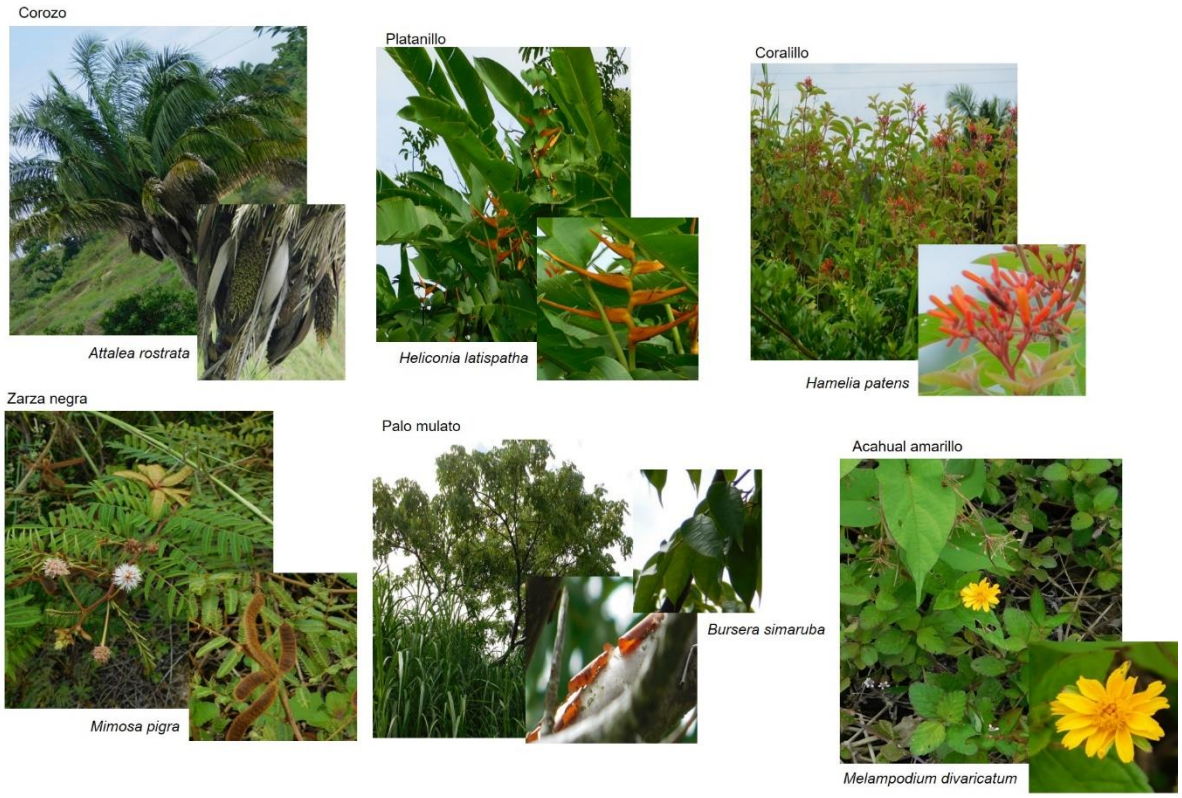


Figura II. 25 Flora observada en las colindancias inmediatas al Proyecto (Sistema Ambiental).

Por lo tanto, las familias más representativas de la zona donde se ubicará el Proyecto son Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Poaceae, Orchidaceae, Apocynaceae, Araceae, Melastomataceae, Meliaceae y Piperaceae. Además, como se observó en la tabla anterior algunas de las especies de flora que se distribuye en la zona se encuentran con algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como enlistadas por la International Union for the Conservation of Nature, no obstante, se considera que las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas no comprometen, ni ponen en riesgo la seguridad ni bienestar de ninguna especie enlistada.

Fauna del Área del Proyecto y Terreno Total:

Para determinar las comunidades faunísticas presentes en el área de estudio se realizaron observaciones directas no sistemáticas, recorriendo los transectos ya trazados para la identificación de la flora, esto con el objetivo de encontrar huellas, pelo o excretas que pudieran dar indicios de la presencia de fauna, sin embargo, solo se avistaron organismos del grupo de las aves, tomando fotografías para facilitar su identificación, siendo las especies observadas las siguientes:

Tabla II.29. 10 Aves identificadas en el predio de la empresa.

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	Nativa	-	LC
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	Nativa	-	LC
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	Nativa	-	LC
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus sp*	Tirano	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	Nativa	-	LC

International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern (LC).

Figura II. 26 Aves presentes en el predio de la empresa.

Fauna del Sistema Ambiental:

Para conocer la fauna posible a encontrarse en las áreas de estudio, nuevamente se recurrió a la información bibliográfica de las especies registradas en la zona, cabe mencionar que la identificación se realizó bajo este sistema dado que la mayoría de los terrenos que se ubican dentro de la delimitación de las áreas de interés son de acceso restringido y/o propiedad privada.

Debido a que el Sistema Ambiental tiene un uso de suelo de tipo Pastizal y que en las orillas de este se encuentran viviendas y/o comercios se pueden encontrar los siguientes grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Tabla II. 30 Especies de aves potenciales por encontrarse en el Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	Nativa	-	LC
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	Nativa	-	LC
Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín pescador enano	Nativa	-	LC
Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín pescador amazónico	Nativa	-	LC
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	Nativa	-	LC
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	Nativa	-	LC
Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	Nativa	-	LC
Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	Nativa	-	LC
Anatidae	*Anser anser*	Ganso común		-	
Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	Nativa	-	LC
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	Nativa	-	LC
Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	Nativa	-	LC
Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	Nativa	-	LC
Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Collar Blanco	Nativa	-	LC
Caprimulgidae	*Hydropsalis maculicaudus*	Tapacaminos Sabanero	Nativa	-	LC
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	Nativa	-	LC
Caprimulgidae	*Antrostomus vociferus*	Tapacaminos Cuerporruín Norteño	Nativa	-	NT
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	Nativa	-	LC
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	Nativa	-	LC
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	Nativa	-	LC
Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	Nativa	-	LC
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Nativa	-	LC
Charadriidae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	Nativa	-	LC
Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	Nativa	-	LC
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Nativa	-	LC
Columbidae	*Columbina minuta*	Tortolita Pecho Liso	Nativa	-	LC
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	Nativa	-	LC
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	Nativa	-	LC
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nativa	-	LC
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	Nativa	-	LC
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara Pea	Nativa	-	LC
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	Nativa	-	LC

Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	Nativa	-	LC
Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	Nativa	-	LC
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	Nativa	-	LC
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	Nativa	-	LC
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azulnegra	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Nativa	-	LC
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	Nativa	-	LC
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	Nativa	-	LC
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	Nativa	-	LC
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	Nativa	-	LC
Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	Nativa	-	LC
Icteridae	*Icterus mesomelas*	Calandria Cola Amarilla	Nativa	-	LC
Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	Nativa	-	LC
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	Nativa	-	LC
Icteridae	*Molothrus oryzivorus*	Tordo gigante	Nativa	-	LC
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	Nativa	-	LC
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	Nativa	-	LC
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	Nativa	-	LC
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	Nativa	-	LC
Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	Nativa	-	LC
Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	Nativa	-	LC
Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	Nativa	-	LC
Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán común	Nativa	-	LC
Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Nativa	-	LC
Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	Nativa	-	LC
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	Nativa	-	LC
Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	Nativa	-	LC
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	Nativa	-	LC
Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	Nativa	-	LC
Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	Nativa	-	LC

Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	Chipe gusanero	Nativa	-	LC
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	Nativa	-	LC
Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	Nativa	-	LC
Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	Nativa	-	LC
Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe Alas Azules	Nativa	-	LC
Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe corona naranja	Nativa	-	LC
Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino	Nativa	-	LC
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	Nativa	-	LC
Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	Nativa	-	LC
Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	Nativa	-	LC
Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	Nativa	-	LC
Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	Nativa	-	LC
Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	Nativa	-	LC
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Europeo	Exótica-Invasora,Nativa	-	LC
Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	Nativa	-	LC
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	Nativa	-	LC
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán Orejón	Nativa	-	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	Nativa	-	-
Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	Nativa	-	LC
Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	Nativa	-	-
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Nativa	-	LC
Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero cara negra	Nativa	-	LC
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	Nativa	-	LC
Picidae	*Dryobates fumigatus*	Carpintero café	Nativa	-	-
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	Nativa	-	LC
Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	Nativa	-	LC

Rallidae	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada	Nativa	-	LC
Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela	Nativa	-	LC
Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	Nativa	-	LC
Rallidae	*Laterallus exilis*	Polluela Pecho Gris	Nativa	-	-
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	Nativa	-	-
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	Nativa	-	-
Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	Nativa	-	NT
Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero zancón	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero solitario	Nativa	-	LC
Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	Nativa	-	LC
Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho café	Nativa	-	LC
Sulidae	*Sula dactylatra*	Bobo enmascarado	Nativa	-	LC
Sulidae	*Sula leucogaster*	Bobo café	Nativa	-	LC
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	Nativa	-	LC
Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	Nativa	-	LC
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	Nativa	-	
Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	Nativa	-	LC
Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	Nativa	-	LC
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	Nativa	-	LC
Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	Nativa	-	LC
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	Nativa	-	LC
Trochilidae	*Amazilia candida*	Colibrí cándido		-	
Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	Nativa	-	LC
Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Colibrí Ermitaño Mesoamericano	Nativa	-	LC
Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca tropical	Nativa	-	LC
Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Saltapared Pecho Blanco	Nativa	-	LC
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	Nativa	-	LC
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	Nativa	-	LC
Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa Violácea Norteña	Nativa	-	
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	Nativa	-	LC
Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	Nativa	-	LC

Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	Nativa	-	NT
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	Nativa	-	LC
Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	Nativa	-	NT
Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas Tropical	Nativa	-	
Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero Elaenia Copetón	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Papamoscas Rayado Cheje	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito Ojos Blancos	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus savana*	Tirano Tijereta Gris	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	Nativa	-	LC
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	Nativa	-	LC
Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo garganta amarilla	Nativa	-	LC
Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	Nativa	-	LC
Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	Nativa	-	LC
Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	Nativa	-	LC

LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado.

Las familias de aves más abundantes en la región son: Tyrannidae, Parulidae, Icteridae, Scolopacidae, Hirundinidae, Caprimulgidae, Picidae, Alcedinidae, Anatidae, Columbidae y Rallidae.

Para el caso de los mamíferos que se distribuyen en la región y que podrían avistarse en el Sistema Ambiental se muestra la siguiente tabla.

Tabla II.31. Especies de mamíferos potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Canidae	Canis latrans	Coyote	Nativa	-	LC
Canidae	Canis latrans subsp. goldmani	Belize Coyote	Nativa	-	-
Cricetidae	Oryzomys couesi	Rata arrocera de agua	Nativa	-	LC
Cricetidae	Sigmodon hispidus	Rata algodonera crespa	Nativa	-	LC
Cricetidae	Reithrodontomys megalotis	Ratón cosechero común	Nativa	-	LC
Cricetidae	Peromyscus mexicanus	Ratón mexicano	Nativa	-	LC
Cricetidae	Oryzomys palustris	Rata arrocera de pantano	-	-	-
Cricetidae	Oryzomys couesi subsp. couesi	-	Nativa	-	-
Cricetidae	Oryzomys couesi subsp. peragrus	-	Nativa	-	-
Cuniculidae	Cuniculus paca	Tepezcuintle	Nativa	-	LC
Cuniculidae	Cuniculus paca subsp. nelsoni	Tepezcuintle	Nativa	-	-
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Nativa	-	LC
Didelphidae	Philander opossum	Tlacuache cuatrojos gris	Nativa	-	LC
Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	Nativa	-	LC
Didelphidae	Didelphis virginiana subsp. californica	Tlacuache norteño	Nativa	-	-
Didelphidae	Philander opossum subsp. fuscogriseus	Tlacuache cuatro ojos	Nativa	-	-
Emballonuridae	Saccopteryx bilineata	Murciélago rayado mayor	Nativa	-	LC
Felidae	Felis silvestris	Gato Montés Euroasiático	Exótica-Invasora	-	-
Geomyidae	Orthogeomys hispidus	Tuza crespa	Nativa	-	LC
Heteromyidae	Heteromys pictus	Ratón espinoso pintado	Nativa	-	LC
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	Nativa	-	LC
Leporidae	Sylvilagus floridanus subsp. russatus	Russet Cottontail	Nativa	-	-
Mephitidae	Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado sureño	Nativa	-	LC
Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zorrillo de espalda blanca sureño	Nativa	-	LC
Muridae	Mus musculus	Ratón casero eurasiático	Exótica-Invasora	-	
Myrmecophagidae	Tamandua mexicana	Tamandúa norteño	Nativa		LC
Phyllostomidae	Centurio senex	Murciélago cara arrugada	Nativa	-	LC
Phyllostomidae	Carollia subrufa	Murciélago frugívoro de cola corta	Nativa	-	LC
Phyllostomidae	Sturnira parvidens	-	Nativa	-	LC
Phyllostomidae	Glossophaga soricina subsp. handleyi	Sopichí	Nativa	-	-
Phyllostomidae	Micronycteris megalotis	Murciélago orejón brasileño	-	-	-

Procyonidae	Nasua narica	Coatí	Nativa	-	LC
Procyonidae	Potos flavus subsp. nocturnus	Mico de noche	Nativa	-	-
Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	Nativa	-	LC
Sciuridae	Sciurus aureogaster subsp. aureogaster	-	Nativa	-	-
Tayassuidae	Dicotyles crassus subsp. crassus	Pecarí de collar	Nativa	-	-
Vespertilionidae	Eptesicus fuscus subsp. miradorensis	Sopichí	Nativa	-	-

NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial (Pr). International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Least Concern (LC), Near Threatened (NT), Vulnerable (V).

La familia más abundante en la zona es Cricetidae, Phyllostomidae, Didelphidae y Leporidae, lo que indica que existe una mayor probabilidad de encontrar alguna especie perteneciente a estas familias.

De igual manera se enlistan los anfibios y reptiles, que son susceptibles de encontrarse en el Sistema Ambiental.

Tabla II. 32 Especies de anfibios y reptiles potenciales por encontrarse en el Sistema Ambiental**.**

	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Estatus de Conservación	
					NOM-059	IUCN
Anfibios	Bufonidae	Incilius valliceps	Sapo costero	Nativa	-	LC
	Bufonidae	Rhinella horribilis	Sapo gigante	Nativa	-	-
	Craugastoridae	Craugastor loki	Rana del volcán San Martín	Nativa	-	LC
	Craugastoridae	Craugastor rhodopis	Rana de hojarasca	Nativa, Endémica	-	VU
Anfibios	Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus leprus	Rana chirriadora leprosa	Nativa	-	VU
	Hylidae	Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	Nativa	-	LC
	Hylidae	Scinax staufferi	Rana arborícola trompuda	Nativa	-	LC
	Hylidae	Dendropsophus ebraccatus	Rana arbórea amarillenta	Nativa	-	LC
	Hylidae	Tlalocohyla picta	Ranita grillo	Nativa	-	LC
	Hylidae	Trachycephalus typhonius	Rana arborícola lechosa	Nativa	-	LC
	Leptodactylidae	Leptodactylus fragilis	Rana de bigotes	Nativa	-	LC
	Leptodactylidae	Leptodactylus melanonotus	Ranita hojarasca	Nativa		LC
	Microhylidae	Hypopachus variolosus	Rana termitera	Nativa	-	LC
	Phyllomedusidae	Agalychnis callidryas	Rana-de árbol ojos rojos	Nativa	-	LC
	Ranidae	Lithobates vaillanti	Rana verde	Nativa	-	LC
Reptiles	Boidae	Boa imperator	Mazacuata	Nativa	-	LC
	Colubridae	Drymobius margaritiferus	Culebra corredora de Petatillos	Nativa	-	LC
	Colubridae	Ficimia publia	Culebra naricilla manchada	Nativa	-	LC

	Colubridae	Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	Nativa	-	LC
	Colubridae	Spilotes pullatus	Serpiente tigre	Nativa	-	LC
	Colubridae	Stenorrhina degenhardtii	Culebra alacranera	Nativa	-	LC
	Colubridae	Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	Nativa	-	LC
	Colubridae	Phrynonax poecilonotus	Culebra Resoplona Norteña	Nativa	-	LC
	Colubridae	Lampropeltis abnorma	Falsa coralillo real centroamericana	Nativa	-	LC
	Corytophanidae	Basiliscus vittatus	Toloque rayado	Nativa	-	LC
	Dactyloidae	Anolis lemurinus	Anolis fantasma	Nativa	-	
	Dactyloidae	Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	Nativa	-	
	Dactyloidae	Anolis sericeus	Abaniquillo sedoso	Nativa	-	DD
	Dactyloidae	Anolis uniformis	Anolis escamoso menor	Nativa	-	
	Dactyloidae	Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Caribe	Exótica-Invasora	-	
Reptiles	Dipsadidae	Coniophanes bipunctatus	Culebra dos puntos	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Coniophanes fissidens	Culebra vientre amarillo	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Coniophanes imperialis	Culebra rayas negras	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Leptodeira frenata	Culebra ojo de gato de selva	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Leptodeira septentrionalis	Escombrera manchada	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Ninia sebae	Culebra de cafetal espalda roja	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Rhadinaea decorata	Culebra café adornada	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Tropidodipsas sartorii	Culebra caracolera de oriente	Nativa	-	LC
	Dipsadidae	Leptodeira polysticta	Culebra ojo de gato	Nativa	-	
	Emydidae	Trachemys scripta	Tortuga gravada	Nativa	-	LC
	Emydidae	Trachemys venusta	Tortuga de Guadalupe	Nativa	-	
	Gekkonidae	Gehyra mutilata	Geco plano	Nativa, Exótica	-	
	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus	Besucona asiática	Nativa, Exótica-Invasora	-	LC
	Natricidae	Nerodia rhombifer	Culebra de agua de espalda de diamantes	Nativa	-	LC
	Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa vientre rosado	Nativa	-	LC
	Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis subsp. variabilis		Nativa	-	-
	Scincidae	Scincella cherriei	Eslizón pardo	Nativa	-	LC
Reptiles	Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	Nativa, Endémica		LC

	Teiidae	Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	Nativa, Endémica	-	LC
	Teiidae	Aspidoscelis deppii	Huico siete líneas	Nativa	-	LC
	Viperidae	Bothrops asper	Terciopelo	Nativa	-	

Las familias más abundantes de anfibios en la región son: Hylidae, Bufonidae, C-raugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae y Ranidae, mientras que de reptiles son; Dipsadidae, Colubridae, Dactyloidae y Teiidae.

Ninguna de las especies enlistadas para el Sistema Ambiental como aves, reptiles, anfibios y mamíferos se encuentran con algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si, dentro del listado de la International Union for the Conservation of Nature; Red List como preocupación menor, casi amenazado, vulnerable y en peligro crítico. No obstante, ninguna de las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas comprometen, o ponen en riesgo la seguridad y bienestar de ninguna especie registrada o potencial a encontrarse en el Sistema Ambiental ya que sus actividades principales se desarrollarán exclusivamente en las superficies indicadas para el Proyecto.

Como se observa en las tablas anteriores (Tabla II.27 y Tabla II.28), algunas de las especies de flora potenciales a distribuirse en las áreas definidas para el proyecto se encuentran con algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora , así como enlistadas por la International Union for the Conservation of Nature, no obstante, se considera que las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas no comprometen, ni ponen en riesgo la seguridad ni bienestar de ninguna especie registrada o potencial a encontrarse en el SA ya que sus actividades principales se desarrollarán exclusivamente en las superficies indicadas para el proyecto.

- **Paisaje.**

Para describir el paisaje, se han identificado los elementos y características físicas de la zona del Proyecto, que nos permitan conocer la capacidad que tiene el paisaje para asimilar los efectos de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Planta de distribución de gas l. p. tomando en cuenta las características del paisaje y considerando los siguientes tres aspectos:

a) Visibilidad:
Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

- La visibilidad dentro del predio es clara y únicamente obstruida por la maleza que ha crecido en sus alrededores. Además, en la periferia se evidencia el uso de suelo de tipo pastizal.
- De manera general la visibilidad del Sistema Ambiental es media ya que es una zona en proceso de urbanización y donde los pocos fragmentos de vegetación pertenecen a pastizales, sin embargo, están siendo absorbidos y transformados a zonas de viviendas urbanas o para actividades económicas (industrias).

Figura II.27. Visibilidad del proyecto.

b) Calidad paisajística:
Este aspecto incluye tres elementos de percepción:

- ***Las características intrínsecas del sitio:*** El tipo de vegetación del Sistema Ambiental está identificado como secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y de tipo pastizal, no obstante, al Sureste del SA se puede observar el crecimiento de los asentamientos humanos. La topografía del lugar corresponde a las llanuras y planicies de la provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur.

- ***La calidad visual del entorno inmediato:*** Situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología y cuerpos de agua. Para describir este aspecto, se toma como referencia el Área de alto riesgo conformado por un radio de 595.11 m. en el cual se encuentra predios con uso para pastizales, predios con actividades humanas y las carreteras Minatitlán – Mundo Nuevo y la de acceso a las instalaciones del Proyecto.

- ***La calidad del fondo escénico***, es decir, el fondo visual del área donde se encuentra el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos. La zona donde se ubica el proyecto corresponde a un sistema de topoformas de tipo llanura caracterizada por ser un relieve sin elevaciones o depresiones prominentes, donde predominan especies vegetales como árboles pequeños que pierden sus hojas durante la época seca del año.

Figura II.28. Calidad visual del proyecto.

c) Fragilidad visual:

Se define como fragilidad visual a la capacidad que tiene el paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. El Sistema Ambiental se localiza dentro de un paisaje compuesto por vegetación del tipo secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y de pastizal. Además, el cruce de caminos trazados para conectar a la localidad de Teapa con otras localidades (Coatzacoalcos, Moloacán e Ixhuatlán del Sureste), así como el crecimiento del área urbana que se observa al Sureste del SA, lo que indica que este sigue siendo intervenido y alterado.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para describir las características socioeconómicas inmersas en el Sistema Ambiental se emplearon herramientas disponibles por el INEGI, como Espacio y Datos de México, Inventario Nacional de Viviendas 2016 y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) principalmente.

- **Datos generales de la población:**

El Sistema Ambiental del proyecto de la Planta de distribución de gas l.p. corresponde a un radio de 1,118.08 metros de los cuales, de acuerdo con el análisis estadístico de la página de INEGI- Mapa Digital de México versión 6.3.0, mayormente se encuentra dentro de la localidad de Moloacán, y solo sus límites de Norte a Sur están inmersos en otros municipios (Coatzacoalcos y Ixhuatlán del Sureste).

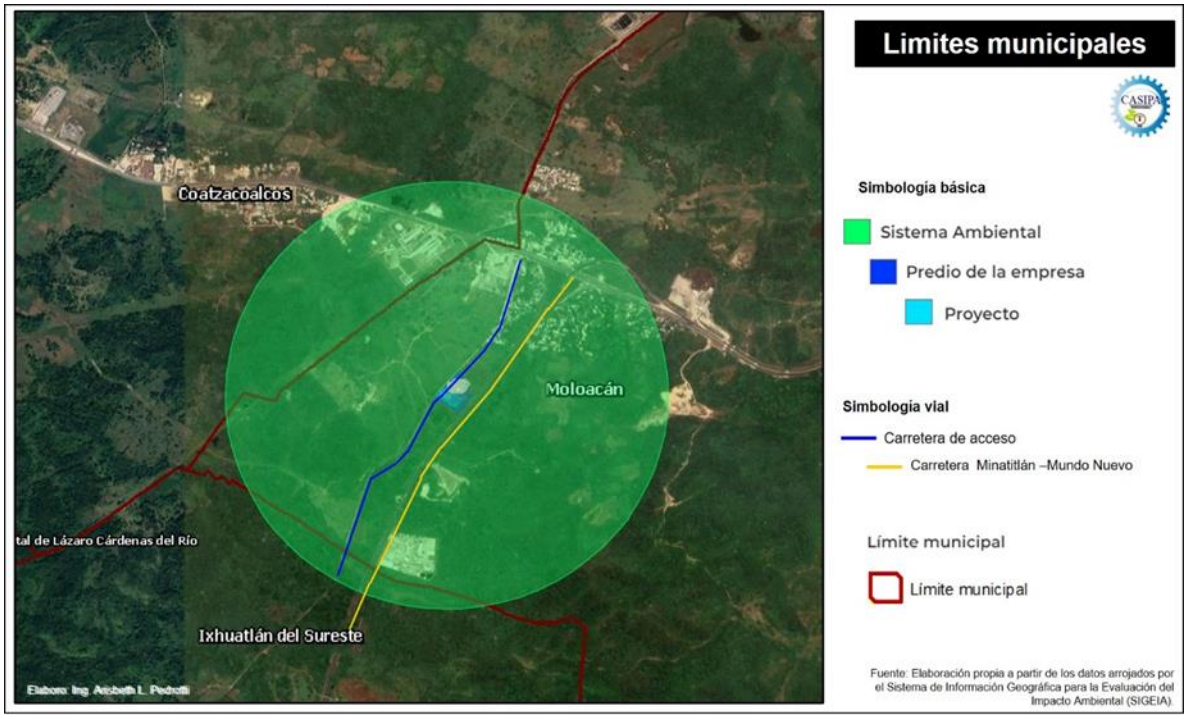


Figura II.19 Ubicación de la Planta dentro de la localidad de Moloacán y en los límites de Coatzacoalcos.

Por lo tanto, la información obtenida es a través del Inventario Nacional de Viviendas del INEGI, el cual arroja los datos existentes dentro del área del Sistema Ambiental, sin importar a que municipio pertenece.

E S C E N A R I O 0 0 1

Fuga de gas l.p. debido al desprendimiento de la manguera de trasiego de gas en fase líquida ante un movimiento inesperado del semirremolque.

a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
b) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	8.85 m	18.06 m
Zona de Alto Riesgo	**1.0 psi**	
	41.22 m	
Zona de Amortiguamiento	**0.5 psi**	
	70.06 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeta a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Para mayor detalle consultar la Tabla II.27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Toma de recepción, zona de almacenamiento, compresor de trasiego de Gas L.P. y área de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y

compresor de trasiego de Gas L.P., cuarto eléctrico, bodega, oficinas, E.C.I. y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado).**
- **Vialidades:** Carretera de Acceso

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (DE TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **70.06 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial). Dentro de este radio solo se encuentra la propia infraestructura de la planta.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de suministro	13.93 m
Almacenamiento	6.27 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	11.63 m
Bomba de trasiego de GLP	10.53 m
Compresor de trasiego de GLP	3.65 m
Oficinas	28.63 m
E.C.I.	23.26 m
Cuarto Electrico	22.78 m
Bodega	18.53 m
Vialidades	
Carretera de acceso	48.30 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **12.08982 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.02 m de la fuga hasta los 4.44 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.03 hasta los 8.67 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 8.67 m y fatalidades en un radio de 4.44 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos y corrientes de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 – 3.0 psi)** 8.85 – 18.06 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna (Aves):** Desde el origen hasta una distancia de 8.85 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 18.06 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.	**1. - Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro. Además, en la toma en sus bocas terminales contará con una válvula de exceso de flujo (vapor), una válvula de no-retroceso (liquido), una válvula de globo recta, un tramo de manguera para gas L.P., una válvula de seguridad de 13 mm (liquido), una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor), un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) y un tapón ACME. **2. - Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **3. - Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **4. - Manuales de operación**. La instalación contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales. **5. - Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. **6. - Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **7. - Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de la toma de recepción.
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 41.22 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado. Se prevé el Consecuencias no trascendentales **Fauna (Aves):** Se prevé que a una distancia de 41.22 m, la fauna presente en este radio de afectación presente hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 70.06 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna (Aves):** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 70.06 m.		
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 – 3.0 psi)** 8.85 – 18.06 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. expuesto en un radio de 8.85 m (zona de afectación: toma de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación) puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 18.06 m (zona de afectación: toma de suministro, zona de almacenamiento, bomba de trasiego de Gas L.P. y muelle de llenado de recipientes transportables y área de circulación) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 41.22 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentré a 41.22 m (zona de afectación: muelle de llenado de recipientes transportables, bodega, E.C.I. y áreas de circulación) podrá sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 70.06 m	Las personas de píe o caminando en la planta de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre en las oficinas, tablero eléctrico y sanitarios, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Así como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 8.85 -18.06 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 8.85 m, se encontrarán unicamente la toma de recepción, compresor de trasiego de GLP, zona de almacenamiento y áreas de circulación. Donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 18.06 m se encontrará la zona de almacenamiento, toma de suministro, bomba de trasiego de GLP, muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 41.22 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran instalaciones propias de la planta (muelle de llenado de recipientes trasportables, bodega, E.C.I. y áreas de circulación).		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 70.06 m	En este radio de afectación se encontrarán el cuarto eléctrico, oficinas y sanitarios, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones (vidrios rotos en un 90% y marcos dañados), además de encontrarse la carretera de acceso acceso donde no se preven daños.		

E S C E N A R I O 0 0 2

Fuga continua de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque, debida al desprendimiento de la manguera durante el trasiego de gas l.p. Se considera que el compresor sigue operando durante medio minuto y que la válvula de exceso de flujo del semirremolque no se activa automáticamente.

a) Llamarada (flash fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
b) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	11.99 m	20.30 m	20.58 m	41.99 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m²**		**1.0 psi**	
	31.49 m		95.86 m	
72.37 mZona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	57.91 m		162.94 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para mayor detalle consultar la Tabla II. 27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., bodega y áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)**
- **Vialidades:** Carretera de Acceso

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera de Acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de suministro	13.93 m
Almacenamiento	6.27 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	11.63 m
Bomba de trasiego de GLP	10.53 m
Compresor de trasiego de GLP	3.65 m
Oficinas	28.63 m
E.C.I.	23.26 m
Cuarto Electrico	22.78 m
Bodega	18.53 m
Vialidades	
Carretera de Acceso	48.30 m
Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo	111.92 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **4.6655 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor a través de la válvula de descarga del semirremolque conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga contínua de gas l.p. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.68 m hasta los 17.32 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.70 m hasta los 28.48 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (contínua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 17.32 m y fatalidades en un radio de 28.48 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión y radiación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
002	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 – 12.5 kW/m²** 11.99 -20.30 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Fauna (Aves):** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una dsitancia de 11.99 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 20.30 m.	**1.Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro. Además, en la toma en sus bocas terminales contará con una válvula de exceso de flujo (vapor), una válvula de no-retroceso (liquido), una válvula de globo recta, un tramo de manguera para gas L.P., una válvula de seguridad de 13 mm (liquido), una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor), un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) y un tapón ACME. **2.Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **3.Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **4.Manuales de operación**. La instalación contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales. **5.Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula
			Alto Riesgo **5.0 kW/m²** 31.49 m	**Flora:** Daños menores a la flora presente dentro de este radio de inmersión. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
			Amortiguamiento **1.4 kW/m²** 57.91 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **10 – 3.0 psi** 20.58 – 41.99 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado, en donde se prevé la devastación parcial del 70 al 90% de la flora presente. **Fauna (Aves):** Desde el origen hasta una distancia de 20.58 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 41.99 m se vera afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Alto Riesgo **1.0 psi** 95.86 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna (Aves):** Se prevé que a una distancia de 95.86 m la especies que se encuentren dentro de este radio de afectación presenten hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **0.5 psi** 162.94 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, no se prevén daños severos a la flora presente. **Fauna (Aves):** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 162.94 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 – 12.5 kW/m²** 11.99 – 20.30 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en toma de recepción, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.99 m. Se prevé el **1% de mortalidad de 1er grado** en 10 segundos al personal que se encuentre a 20.30 m (toma de suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento y áreas de circulación).		
			Alto Riesgo **5.0 kW/m²** 31.49 m	Al personal de Ene Gas S.A. que se encuentre en muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bodega y áreas de circulación, pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento **1.4 kW/m²** 57.91 m	En este radio de 57.91 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de		

				Ene Gas, S.A. de C.V., que se encuentre en oficinas, cuarto eléctrico, sanitarios y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.	**6.Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **7.Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de la toma de recepción.
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **10.0 – 3.0 psi** 20.58 – 41.99 m	En un radio de 20.58 m (toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables y áreas de circulación) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 41.99 m, se encontrará el almacenamiento, área de circulación, cuarto electrico, E.C.I. bodega, sanitarios, oficinas y áreas de circulación) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **1.0 psi** 95.86 m	El personal de Ene Gas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 95.86 m (áreas de circulación, carretara de acceso y predio total de la empresa) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 12.5 kW/m²** 11.99 - 20.30 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.99 m se encuentra la toma de recepción, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación (propiedad de Ene Gas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque y tanque de alamacenamiento con severos daños. Y a una distancia de 20.30 m, se encontrará el muelle de llenado de recipientes transportables, toma de suministro, almacenamiento y áreas de circulación (pertenencia de Ene Gas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
			Alto Riesgo **5.0 kW/m²** 31.49 m	A un distancia de 31.49 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras las cuales serán parcialmente afectadas: bodega, barda ubicada al noreste y áreas de circulación propias de Ene Gas S.A. de C.V.		
			Amortiguamiento **1.4 kW/m²** 57.91 m	Dentro de este radio se encuntran las oficinas, cuarto eléctrico, servicios sanitarios, E.C.I. y áreas de circulación, en donde no se preveen afectaciones considerables.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **10.0 - 3.0 psi** 20.58 – 41.99 m	Dentro de este radio de afectación (20.58 m) se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque y tanque de almacenamiento destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 41.99 m se encontrará el almacenamiento, oficinas, baños, cuarto eléctrico, E.C.I. y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **1.0 psi** 95.86 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación. Sin embargo, se encuentra la carretera de acceso, con posible cierre de circulación.		
			Amortiguamiento **0.5 psi** **162.94 m**	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación. Sin embargo, se encuentra la carretera de acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo, donde no se preven daños pero si un posible cierre de circulación.		

E S C E N A R I O 0 0 3

BLEVE de un semirremolque con capacidad de 47,500 litros, debido a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe debido al calentamiento generado por el dardo de fuego formado por la ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque y que incide en la parte baja de este.

a) Radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.
b) Ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

RADIOS DE AFECTACIÓN

	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	169.42 m	328.23 m	18.18 m	37.10 m
Zona de Alto Riesgo	**5 kW/m²**		**1.0 psi**	
	526.77 m		84.68 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	983.59 m		143.94 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo en el área del proyecto y el Sistema ambiental está conformada principalmente por pastizal cultivado, selva perennifolia y asentamientos humanos según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies de las familias Alismataceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apiaceae, Aquifoliaceae, Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Aristolochiaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Aspleniaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Bixaceae, Blechnaceae, Brassicaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Cactaceae, Campanulaceae, Cannabaceae, Cannaceae, Caricaceae, Casuarinaceae, Celastraceae, Chenopodiaceae, Chrysobalanaceae, Cleomaceae, Clethraceae, Clusiaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Connaraceae, Convolvulaceae, Cordiaceae, Costaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Cyatheaceae, Cycadaceae, Cyperaceae, Dichapetalaceae, Dicranaceae, Dilleniaceae, Dioscoreaceae, Dryopteridaceae, Elaeocarpaceae, Ericaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Gleicheniaceae, Heliconiaceae, Heliotropiaceae, Hydrangeaceae, Hydroleaceae, Hypericaceae, Iridaceae, Juncaceae, Lacistemataceae, Lamiaceae, Lauraceae, Lentibulariaceae, Linaceae, Lindsaeaceae, Loganiaceae, Loranthaceae, Lygodiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Marantaceae, Marcgraviaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Menispermaceae, Menyanthaceae, Meteoriaceae, Moraceae, Muntingiaceae, Myricaceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Nephrolepidaceae, Nyctaginaceae, Nymphaeaceae, Ochnaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Orobanchaceae, Osmundaceae, Passifloraceae, Pentaphylacaceae, Petiveriaceae,

Picramniaceae, Pinaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Podocarpaceae, Polygalaceae, Polypodiaceae, Pontederiaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Typhaceae, Urticaceae, Verbenaceae, Vitaceae, Xyridaceae, Zingiberaceae, Zygophyllaceae. Para mayor información consultar la tabla II.28

FAUNA: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

- **Aves**

Familias: *Las familias de aves más abundantes en la región son Tyrannidae, Parulidae, Icteridae, Scolopacidae, Hirundinidae, Caprimulgidae, Picidae, Alcedinidae, Anatidae, Columbidae y Rallidae.*

- **Mamíferos**

Familias: *La familia más abundante en la zona es Cricetidae, Phyllostomidae, Didelphidae y Leporidae, lo que indica que existe una mayor probabilidad de encontrar alguna especie perteneciente a estas familias.*

- **Anfibios y reptiles**

Familias: *Las familias más abundantes de anfibios en la región son Hylidae, Bufonidae, C-raugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae y Ranidae, mientras que de reptiles son; Dipsadidae, Colubridae, Dactyloidae y Teiidae.*

Para mayor información consultar la tabla II.30, tabla II.31 y tabla II.32

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, bodega, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera de Acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)**

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., bombas y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Actividades industriales, comerciales y de servicio:** Praxair S.A de C.V., Ferretería El Justo, actividades sin registrar 1 y 2, Estación de servicio y paradero “Grupo 7 nadadores” y Estación de bombeo (PEMEX).
- **Lugares de reunión:** Escuela Telesecundaria clave 30DT., iglesia Nuestra Señora De Guadalupe, Primaria J. Jesús Ibarra, Campo de Fútbol Nuevo Teapa e Iglesia Nuevo Teapa
- **Asentamientos humanos:** Ranchería “El Reboso” y localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz.

- **Vialidades:** Carretera de acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo y carretera Cárdenas – Coatzacoalcos.
- **Estructuras:** Torres eléctricas (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) y torres de telecomunicaciones A y B
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado, asentamientos humanos y selva perennifolia)**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Infraestructura interna de las instalaciones	
Toma de suministro	13.93 m
Almacenamiento	6.27 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	11.63 m
Bomba de trasiego de GLP	10.53 m
Compresor de trasiego de GLP	3.65 m
Oficinas	28.63 m
E.C.I.	23.26 m
Cuarto Electrico.	28.53 m
Bodega	18.53 m
Actividades industriales, comerciales y de servicios	
Praxair S.A de C.V	751.08 m
Ferreteria “El Justo”	936.52 m
Actividad sin registrar 1	375.10 m
Actividad sin registrar 2	926.69 m
Estación de servicio y paradero “Grupo 7 Nadadores”	576.19 m
Estación de bombeo (PEMEX)	598.77 m
Lugares de reunión	
Escuela Telesecundaria clave 30DT	612.22 m
Iglesia Nuestra Señora De Guadalupe	849.59 m
Primaria J. Jesús Ibarra	866.28 m
Campo de Fútbol Nuevo Teapa	874.12 m
Iglesia Nuevo Teapa	918.43 m
Asentamientos humanos	
Ranchería el Reboso	387.65 m
Nuevo Teapa	330.36 m
Estruturas	
Torre de telecomunicaciones A	244.41 m
Torre de telecomunicaciones B	424.37 m
Torre eléctrica T1	840.42 m
Torre eléctrica T2	496.09 m
Torre eléctrica T3	281.88 m
Torre eléctrica T4	266.12 m
Torre eléctrica T5	289.67 m
Torre eléctrica T6	371.88 m
Torre eléctrica T7	608.86 m
Vialidades	
Carretera de Acceso	64.14 m
Carretera Minatitlán –Mundo Nuevo	97.79 m
Carretera Cárdenas - Coatzacoalcos	814.05 m
Corrientes de agua	
Corriente de agua intermitente 1	823.23 m

Corriente de agua intermitente 2	644.52 m
Corriente de agua intermitente 3	1047.58 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Población	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 526.77 m	Dentro de esta zona se encuentra una fracción de la **localidad Nuevo Teapa**, ubicada al noreste del terreno del proyecto y la **ranchería "El Reboso"**. Las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevee que se puedan presentar quemaduras de primer grado. **se anexa diagrama de afectación por quemaduras.*	**1. Diseño y fabricación**. Los semirremolques que entrarán a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME. **2. Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. **3. Válvulas y accesorios de control y seguridad**. Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semiremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro. Además, en la toma en sus bocas terminales contará con los siguientes accesorios: - Una válvula de exceso de flujo (vapor). - una válvula de no-retroceso (liquido). - Una válvula de globo recta. - Un tramo de manguera para gas L.P. - Una válvula de seguridad de 13 mm (liquido) - Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor) - Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) - Tapón ACME. **4. Equipo obligatorio.**	-Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie. -Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. -Se debe establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. -La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. -Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 983.59 m	Prácticamente el 70% de la población de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada. Cabe destacar que los *centros educativos Telesecundaria No. 956 y la primaria J. Jesús Ibarra, los centros religiosos, Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe y la Iglesia Nuevo Teapa, así como el Campo de Fútbol Nuevo Teapa se ubican dentro de esta zona.*		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **(10.0 psi)** 84.68 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ningún asentamiento humano o zona vulnerable de población.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 143.94 m			
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 169.42 – 328.23 m	**Suelo:** Como consecuencia de la radiación térmica generada por la bola de fuego se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 328.23 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. **Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020**).** El uso de suelo es pastizal cultivado y selva perennifolia. En un radio de hasta 328.23 m se prevé se tendría el **desarrollo de incendios secundarios**, lo que implicaría desde el **deterioro de la cubierta vegetal hasta la devastación total o parcial de la flora presente**. Destaca la presencia de la flora Coyolito (Bactris major), Colorín (Ormosia isthmensis), Cedro (Cedrela odorata) se encuentran con algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.42 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 328.23 m.		
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 526.77 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado y selva perennifolia, en donde se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** A una distancia de 526.77 m se preveé dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 983.59 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 18.18 – 37.10 m	**Aire:** Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado, en donde se prevé la devastación entre un 70 - 90% de la flora presente. **Fauna:** Desde el origen hasta una distancia de 18.18 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 37.10 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		

			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 84.68 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado, en donde se preveé derribo total o parcial del elemento. (Un factor principal determinante será la altura del elemento). **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 84.68 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.	- Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra. - Conexión metalica y condutora entre tractor y recipiente. - Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre. **5. Procedimientos.** Los operadores acatarán los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciora de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abren las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pone a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar. **6. Equipo contra incendio** **Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada. Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de la toma de recepción.
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 143.94 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado, no se prevén daños a la flora presente. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 143.94 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 – 12.5 kW/m²** 169.42– 328.23 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en la planta de Ene Gas S.A. de C.V. en todas sus áreas sin excepción es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.42 m. Se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre en la carretera de acceso.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **10.0 – 3.0 psi** 18.18 – 37.10 m	En un radio de 18.18 m, se encontrará la toma de recepción, almacenamiento, toma de suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 37.10 m (bodega, almacenamiento, servicios sanitarios, E.C.I., oficinas, cuarto eléctrico y áreas de circulación) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 84.68 m	El personal de Ene Gas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 84.68 m, (cuarto eléctrico, oficinas, y áreas de circulación) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles..		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 169.42 – 328.23 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.42 m únicamente se encontrarán la infraestructura propia de la planta propiedad de “Ene Gas, S.A. de C.V.”, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques, autotanques y tanque de almacenamiento con severos daños.		
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 526.77 m	A un distancia de 526.77 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: algunas viviendas de la localidad Nuevo Teapa (ubicadas a la noreste de la planta), torres de telecomunicaciones A y B y torres eléctricas 2, 3, 4, 5, y 6.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 983.59 m	Prácticamente el 70% de la infraestructura de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento No se presentan afectaciones considerables, incluso durante una exposición prolongada. Cabe destacar que los *centros educativos Telesecundaria No. 956 y la primaria J. Jesús Ibarra, los centros religiosos, Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe y la Iglesia Nuevo Teapa, así como el Campo de Fútbol Nuevo Teapa se ubican dentro de esta zona.*		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 18.18 – 37.10 m	Dentro de este radio de afectación (18.18 m) únicamente se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque y tanque de almacenamiento con severos daños) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 37.10 m se encontrará la zona de almacenamiento, oficinas, baños, cuarto eléctrico, bodegas, E.C.I.) y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		

			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 84.68 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación propia de la empresa. Sin embargo, se encuentra la carretera de acceso, con posible cierre de circulación.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 143.94 m	En este radio de afectación se encuentra la carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo, donde no se preven daños.		

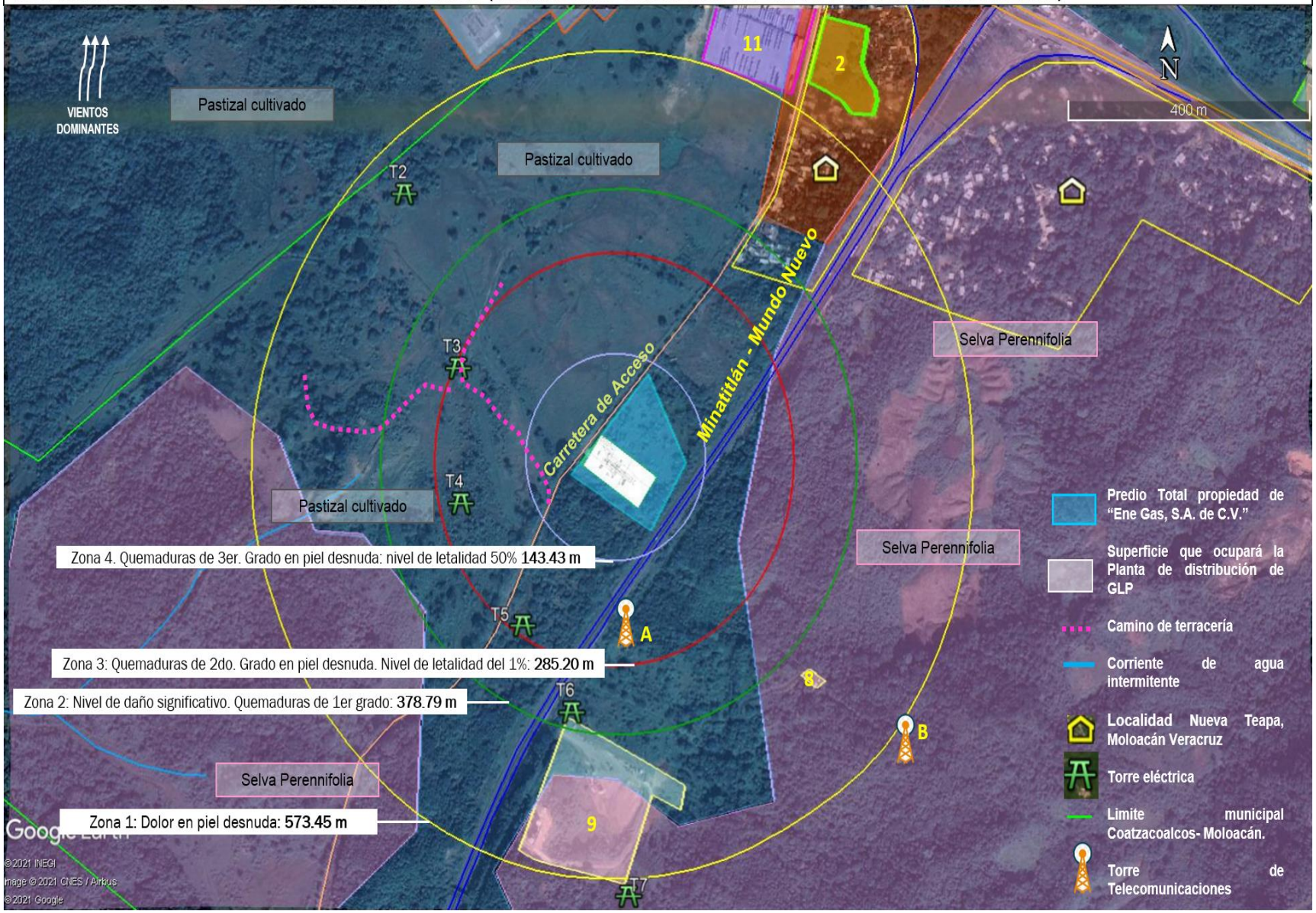
De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del semirremolque se tiene lo siguiente:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 143.43 m	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 285.20 m	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Torre de electricidad 3
	Torre de electricidad 4
	Torre de electricidad 5
	Torre de telecomunicaciones A
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 378.79 m	Actividad sin registrar 1
	Localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz
	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Torre eléctrica 6
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 573.45 m	Actividad sin registrar 1
	Ranchería el Reboso
	Localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz
	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán– Mundo Nuevo
	Torre eléctrica T2
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado, asentamientos humanos y selva perennifolia)

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 12.70 s)				
Efecto	**Radiación (Kw/m^2)**	**Dosis $(W/m^2)^{4/3}$ s**	**Distancia (m)**	
			Centro BF	**A nivel de piso**
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 $(KW/m^2)^{4/3}$ s	4.16	85.00	586.45	573.45
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	9.34	250.00	398.20	378.79
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	15.72	500.00	310.51	285.20
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	44.45	2000.00	188.81	143.43

ESCENARIO 003-A.1. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (QUEMADURAS OCASIONADAS POR LA BLEVE DEL SEMIREMOLQUE)



2. Escuela Telesecundaria clave 30DT. **8.** Ranchería el Reboso **9.** Actividad sin registrar 1, **11.** Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores"

ESCENARIO 004

Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m^2**	**12.5 kW/m^2**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	6.25 m	10.60 m	34.58 m	70.57m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m^2**		**1.0 psi**	
	16.45 m		161.08 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m^2**		**0.5 psi**	
	30.26 m		273.81 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para mayor detalle consultar la Tabla II. 27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- Infraestructura propia de las instalaciones: Toma de recepción, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bodega, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., cuarto eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades**: Carretera de Acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.
- **Torre de telecomunicaciones A**
- **Torre eléctrica 3 y 4**
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **273.81 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de suministro	13.93 m
Almacenamiento	6.27 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	11.63 m
Bomba de trasiego de GLP	10.53 m
Compresor de trasiego de GLP	3.65 m
Oficinas	28.63 m
Cuarto de E.C.I.	23.26 m
Cuarto Electrico.	28.53 m
Bodega	18.53 m
Vialidades	
Carretera Acceso	49.32 m
Carretera Minatitlán - Mundo Nuevo	109.13 m
Estruturas	
Torre de Telecomunicaciones A	242.22 m
Torre eléctrica 3	281.88 m
Torre eléctrica 4	266.12 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **1.2025 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión

contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4" en la línea de gas líquido de la toma de recepción alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.83 hasta los 6.13 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.76 m hasta los 13.05 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 6.13 m y fatalidades en un radio de 13.05 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo **5.0 kW/m²** 16.45 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es pastizal cultivado, en donde se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** A una distancia de 16.45 m se prevé dolor si la exposición es mayos a 20 segundos.	**Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro. Además, en la toma en sus bocas terminales contará con una válvula de exceso de flujo (vapor), una válvula de no-retroceso (liquido), una válvula de globo recta, un tramo de manguera para gas L.P., una válvula de seguridad de 13 mm (liquido), una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor), un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) y un tapón ACME. **Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. **Manuales de operación**. La instalación contará con un Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. **Mantenimiento.** Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la interperie mediante un capuchón. Se deben llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de dieza años a partir de su fecha de instalación. Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de la toma de recepción.
			Amortiguamiento **1.4 kW/m²** 30.26 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **1.0 psi** 161.08 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 161.08 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **0.5 psi** 273.81 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Afectaciones menores. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 273.81 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 – 12.5 kW/m²** 6.25 – 10.60 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.25 m, donde se encontrará la toma de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. En tanto el personal que se encuentre a una distancia de 10.60 m (almacenamiento y áreas de circulación), se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado.		
			Alto Riesgo **5.0 kW/m²** 16.45 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentra en la zona de afectación (toma de suministro, toma de recepción, almacenamiento, bomba de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento **1.4 kW/m²** 30.26 m	En este radio de 30.26 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Ene Gas, S.A. de C.V, que se encuentre en muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento y bodega incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **10.0 – 3.0 psi** 34.58 – 70.57 m	En un radio de 34.58 m (zona de afectación: toma de recepción, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, toma de suministro, bodega, E.C.I., oficinas y áreas de circulación) el personal de sonigas puede presentar la muerte por lesiones pulmonares. A una distancia de 70.57 m (zona de afectación: oficinas, cuarto eléctrico y áreas de circulación) se prevé que el personal que se encuentra ahí presente daños severos por heridas en la piel.		

	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 - 12.5 kW/m²)** 6.25 – 10.60 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.25 m se encuentra la toma de recepción, áreas de circulación y compresor de trasiego (propiedad de Ene Gas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 10.60 m, se encontrará la zona de almacenamiento, (pertenencia de Ene Gas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.	accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. **Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²) 16.45 m**	A un distancia de 16.45 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: bomba de trasiego, muelle de llenado de recipientes transportables, toma de suministro y área de circulación al noreste propias de Ene Gas S.A. de C.V.		
			Amortiguamiento **1.4 kW/m² 30.26 m**	No se presentan afectaciones considerables en bodega		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 34.58 – 70.57 m	Dentro de este radio de afectación (34.58 m) se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, muelle de llenado, Zona de protección de muro de concreto, compresor y bomba de trasiego, Zona de almacenamiento bodega, cuarto E.C.I. en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 70.57 m se encontrará las bardas de la planta de distribución, oficinas y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 161.08 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación que pueda presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Posible cierre a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 273.81 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación no obstante se encuentra una torre de telecomunicaciones dos torres eléctricas, Carretera de acceso y la Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo, donde no se preven daños.		

E S C E N A R I O 0 0 5

BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 110,000 litros debido a la pérdida de integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie del tanque.

a) 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) Cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

R A D I O S D E A F E C T A C I Ó N

	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	175.88 m	365.56 m	17.18 m	35.07 m
Zona de Alto Riesgo	**5 kW/m²**		**1.0 psi**	
	595.11 m		80.05 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	1118.05 m		136.08 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo en el área del proyecto y el Sistema ambiental está conformada principalmente por pastizal cultivado, selva perennifolia y asentamientos humanos según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA). Se pueden encontrar Familias Alismataceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apiaceae, Aquifoliaceae, Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Aristolochiaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Aspleniaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Bixaceae, Blechnaceae, Brassicaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Cactaceae, Campanulaceae, Cannabaceae, Cannaceae, Caricaceae, Casuarinaceae, Celastraceae, Chenopodiaceae, Chrysobalanaceae, Cleomaceae, Clethraceae, Clusiaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Connaraceae, Convolvulaceae, Cordiaceae, Costaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Cyatheaceae, Cycadaceae, Cyperaceae, Dichapetalaceae, Dicranaceae, Dilleniaceae, Dioscoreaceae, Dryopteridaceae, Elaeocarpaceae, Ericaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Gleicheniaceae, Heliconiaceae, Heliotropiaceae, Hydrangeaceae, Hydroleaceae, Hypericaceae, Iridaceae, Juncaceae, Lacistemataceae, Lamiaceae, Lauraceae, Lentibulariaceae, Linaceae, Lindsaeaceae, Loganiaceae, Loranthaceae, Lygodiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Marantaceae, Marcgraviaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Menispermaceae, Menyanthaceae, Meteoriaceae, Moraceae, Muntingiaceae, Myricaceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Nephrolepidaceae, Nyctaginaceae, Nymphaeaceae, Ochnaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Orobanchaceae, Osmundaceae, Passifloraceae, Pentaphylacaceae, Petiveriaceae, Picramniaceae, Pinaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Podocarpaceae, Polygalaceae, Polypodiaceae, Pontederiaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Typhaceae, Urticaceae, Verbenaceae,

Vitaceae, Xyridaceae, Zingiberaceae, Zygophyllaceae. Para mayor información consultar la tabla II.28

FAUNA: Se pueden encontrar Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

- **Aves**

Familias: *Las familias de aves más abundantes en la región son Tyrannidae, Parulidae, Icteridae, Scolopacidae, Hirundinidae, Caprimulgidae, Picidae, Alcedinidae, Anatidae, Columbidae y Rallidae.*

- **Mamíferos**

Familias: *La familia más abundante en la zona es Cricetidae, Phyllostomidae, Didelphidae y Leporidae, lo que indica que existe una mayor probabilidad de encontrar alguna especie perteneciente a estas familias.*

- **Anfibios y reptiles**

Familias: *Las familias más abundantes de anfibios en la región son Hylidae, Bufonidae, C-raugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae y Ranidae, mientras que de reptiles son; Dipsadidae, Colubridae, Dactyloidae y Teiidae.*

Para mayor información consultar la tabla II.30, tabla II.31 y tabla II.32

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., cuarto eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera acceso y carretera Minatitlán - Mundo Nuevo
- **Terrenos sin actividad. (pastizal cultivado)**

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., cuarto eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Actividades industriales, comerciales y de servicio:** Praxair S.A de C.V., Ferretería El Justo, actividades sin registrar 1 y 2, Estación de servicio y paradero “Grupo 7 Nadadores” y Estación de bombeo (PEMEX).
- **Lugares de reunión:** Escuela Telesecundaria clave 30DT, iglesia Nuestra Señora De Guadalupe, Primaria J. Jesús Ibarra, Campo de Fútbol Nuevo Teapa e Iglesia Nuevo Teapa
- **Asentamientos humanos:** Ranchería “El Reboso” y localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz.
- **Vialidades:** Carretera de acceso, carretera Minatitlán – Mundo Nuevo y carretera Cárdenas – Coatzacoalcos.

- **Estructuras:** Torres eléctricas (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) y torres de telecomunicaciones A y B
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado, asentamientos humanos y selva perennifolia)**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (ALMACENAMIENTO) A:

Infraestructura interna de las instalaciones	
Toma de suministro	6.85 m
Toma de recepción	6.85 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	15.95 m
Bombas de trasiego de GLP	9.65 m
Compresor de trasiego de GLP	5.31 m
Oficinas	34.75 m
Cuarto de E.C.I.	23.26 m
Cuarto Electrico	36.19 m
Bodega	
Actividades industriales, comerciales y de servicios	
Praxair S.A de C.V	741.20 m
Escuela Telesecundaria clave 30DT	626.92 m
Estación de bombeo (PEMEX)	618.44 m
Gasolinera Grupo 7 nadadores	592.38 m
Iglesia Nuevo Teapa	925.80 m
Campo de Fútbol Nuevo Teapa	879.63 m
Primaria J. Jesús Ibarra	877.65 m
Iglesia Nuestra Señora De Guadalupe	860.59 m
Asentamientos humanos	
Ranchería el Reboso	371.52 m
Nuevo Teapa	343.55 m
Estruturas	
Torre de telecomunicaciones A	227.74 m
Torre de telecomunicaciones B	411.85 m
Torre eléctrica 1	851.74 m
Torre eléctrica 2	502.62 m
Torre eléctrica 3	286.54 m
Torre eléctrica 4	258.63 m
Torre eléctrica 5	271.85 m
Torre eléctrica 6	382.42 m
Torre eléctrica 7	590.47 m
Torre eléctrica 8	1021.74 m
Vialidades	
Carretera de Acceso	60.62 m
Carretera Minatitlán –Mundo Nuevo	97.17 m
Carretera Cárdenas - Coatzacoalcos	821.71 m
Corrientes de agua	
Corriente de agua intermitente 1	823.23 m
Corriente de agua intermitente 2	644.52 m
Corriente de agua intermitente 3	1047.84 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (canal de riego, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Población	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 595.11 m	Dentro de esta zona se encuentra una fracción de la **localidad Nuevo Teapa**, ubicada al noreste del terreno del proyecto y la **ranchería "El Reboso"**. Las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevee que se puedan presentar quemaduras de primer grado. **se anexa diagrama de afectación por quemaduras.*	**1. Limitación de presión excesiva.** El tanque de almacenamiento contará con una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una. Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón. **2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. El tanque contará con los siguientes accesorios:** - Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro. - Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro. - Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro. - Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque. - Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una. - Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM). - Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m3/h (32,700 ft3/hr) cada una. - Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una. - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón. - Una conexión soldable al tanque para cable a "tierra".	Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie. -Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. -Se debe establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. -La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. -Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento,
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 1118.05 m	Prácticamente el 80% de la población de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada. Cabe destacar que los *centros educativos Telesecundaria No. 956 y la primaria J. Jesús Ibarra, los centros religiosos, Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe y la Iglesia Nuevo Teapa, así como el Campo de Fútbol Nuevo Teapa se ubican dentro de esta zona.*		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 175.88 – 365.56 m	**Suelo:** Como consecuencia de la radiación térmica generada por la bola de fuego se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 365.56 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. **Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** En un radio de hasta 365.56 m se prevé se tendría el **desarrollo de incendios secundarios**, lo que implicaría desde el **deterioro de la cubierta vegetal hasta la devastación total o parcial de la flora presente**, la cual **corresponde a pastizal cultivado y selva perennifolia**. Destaca la presencia de la flora Coyolito (Bactris major), Colorín (Ormosia isthmensis), Cedro (Cedrela odorata) se encuentran con algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 **Fauna:** Se tendría el **100% de mortalidad en un minuto** desde el origen del incendio hasta una distancia de 175.88 m y se prevé el **1% de mortalidad** hasta una distancia de 365.56 m.		
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 595.11 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Incendios de baja intensidad **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos. **Corrientes de agua intermitente:** No se prevé algún daño significativo.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 1118.05 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 80.05 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 80.05 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 136.08 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Afectaciones menores. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 136.08 m.		

	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 175.88 – 365.56 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal de Ene Gas, S.A. de C.V., que se encuentre en la planta en todas sus áreas sin excepción, es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 175.88 m. Se prevé el 1% de mortalidad (365.56 m), quemaduras de 1er grado en 10 segundos dentro de las zonas de afectación por la radiacion no se ubica ninguna infraestructura o zona vulnerable de personal.	**3. Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se puede limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación al tanque de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a la superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida. **4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos**. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Cabe mencionar que el tanque de almacenamiento deberá ser sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si estos son aptos para seguir operando, y posteriormente cada 5 años de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. **5. Programas de mantenimiento preventivo**. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del recipiente de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. **6. Sistema contra incendio:** En esta área se contará con 2 extintores de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg y un extintor de carretilla de PQS con capacidad de 50 kg. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: - El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. - Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. - Medición de la dureza. Efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min. Verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio.
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 – 3.0 psi)** 17.18 – 35.07 m	En un radio de 17.18 m (toma de recepción y suministro, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación,) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 35.07 m (zona de afectación: muelle de llenado de recipientes transportables y área de circulación) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 80.05 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 80.05 m (zona de afectación:oficinas, cuarto eléctrico, bodega, E.C.I. y áreas de circulación) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 175.88 – 365.56 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 175.88 m se encontrará la infraestructura completa de la planta de distribución de gas L.P. propiedad de Ene Gas S.A. de C.V., en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque y tanque de almacenamiento con severos daños. Además, se encuentra la carretera de acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo, con posible cierre de circulación. Y a una distancia de 365.56 m, se encuentran instalaciones las cuales pueden ser afectadas (torres eléctricas 3, 4, 5 y 6 y torre de telecomunicación A), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 595.11 m	A un distancia de 595.11 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: algunas viviendas de la localidad Nuevo Teapa (ubicadas a la noreste de la planta), una torre de telecomunicaciones B y torres eléctricas 2 y 7).		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 1118.05 m	Prácticamente el 80% de la infraestructura de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento No se presentan afectaciones considerables, incluso durante una exposición prolongada. Cabe destacar que los *centros educativos Telesecundaria No. 956 y la primaria J. Jesús Ibarra, los centros religiosos, Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe y la Iglesia Nuevo Teapa, así como el Campo de Fútbol Nuevo Teapa, la estación de bombeo (Pemex) se ubican dentro de esta zona.*		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 17.18 – 35.07 m	Dentro de este radio de afectación (17.18 m) únicamente se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, bomba y compresor de trasiego, almacenamiento y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 35.07 m se encontrará el muelle de llenado de recipientes transportables, bardas de la planta de distribución y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(10.0 psi)** 80.05 m	Dentro de este radio de afectación por la onda de sobrepresión se ubica las oficinas, cuarto eléctrico, E.C.I., bodega y sanitarios que pueda presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Posible cierre a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 136.08 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación, unicamente a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo donde no se preven daños.		

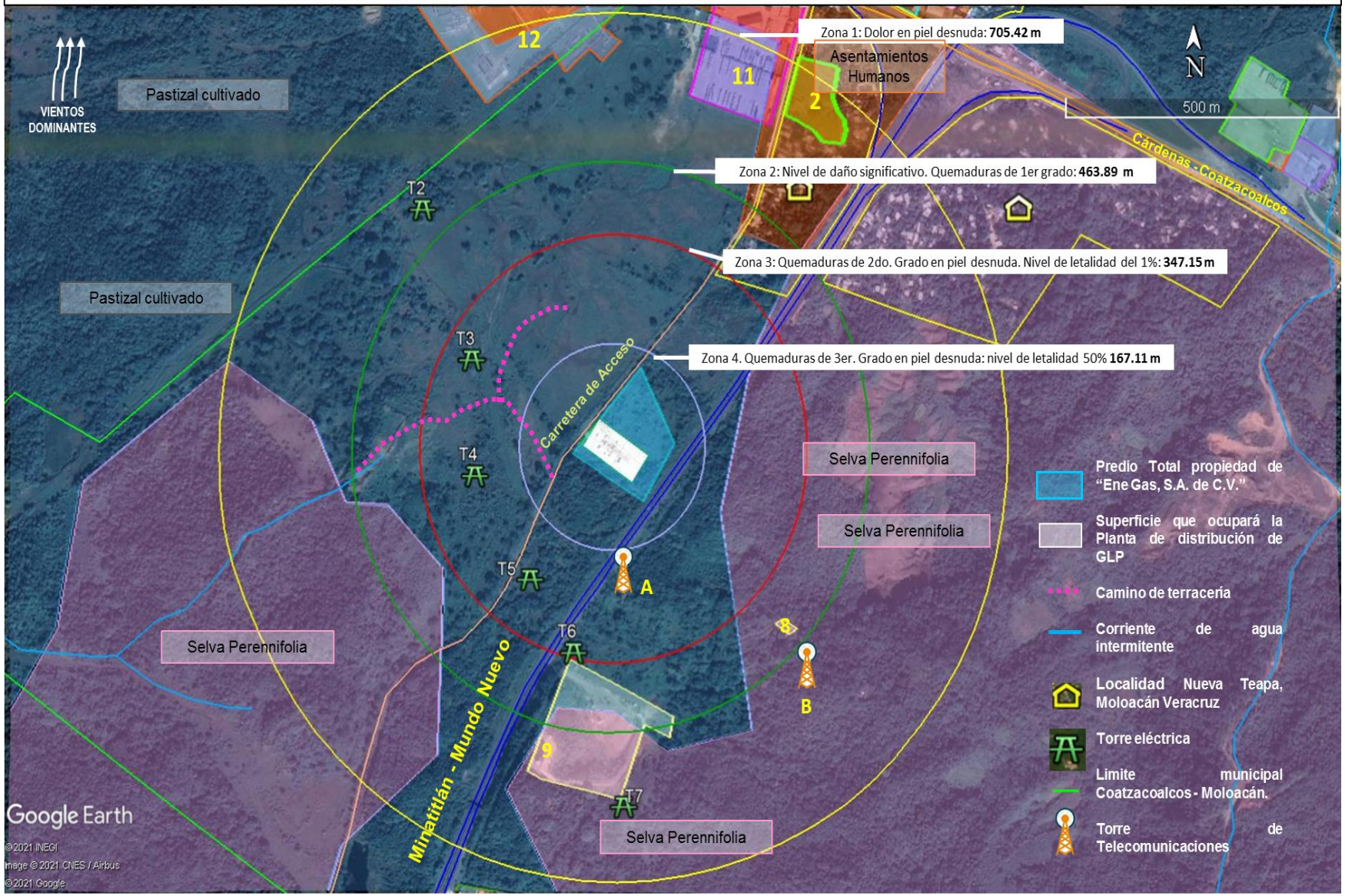
De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del tanque se tiene lo siguiente:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 167.11 m	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 347.15 m	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Torre de telecomunicaciones A
	Torre eléctrica T3
	Torre eléctrica T4
	Torre eléctrica T5
	Torre eléctrica T6
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 463.89 m	Actividad sin registrar 1
	Ranchería el Reboso
	Localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz
	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado, asentamientos humanos y selva perennifolia)
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 705.42 m	Escuela Telesecundaria clave 30DT
	Actividad sin registrar 1
	Estacion de bombeo (PEMEX)
	Estación de servicio y paradero “Grupo 7 Nadadores”
	Localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz
	Carretera de acceso
	Carretera Minatitlán– Mundo Nuevo
	Torre de telecomunicaciones B
	Torre eléctrica T2
	Torre eléctrica T7
	Terrenos sin actividad (pastizal cultivado, asentamientos humanos y selva perennifolia)

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 15.45 s)				
Efecto	**Radiación (Kw/m^2)**	**Dosis $(W/m^2)^{4/3}$ s**	**Distancia (m)**	
			Centro BF	**A nivel de piso**
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 $(KW/m^2)^{4/3}$ s	3.52	85.00	723.88	705.42
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	7.90	250.00	491.51	463.89
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	13.29	500.00	383.28	347.15
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 $(kW/m^2)^{4/3}$ s	37.58	2000.00	233.06	167.11

ESCENARIO 005-A.1. ALMACENAMIENTO (QUEMADURAS OCASIONADAS POR LA BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO).



2. Escuela Telesecundaria clave 30DT. **8.** Ranchería el Reboso, **9.** Actividad sin registrar 1, **11.** Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores", **12.** Estación de bombeo (PEMEX).

ESCENARIO 006

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancará, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta (cierre rápido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tiene una longitud de 6 m (51 mm Ø), así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 189 LPM, a una presión de 5.0 kg/cm^2.

a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. Emisión Instantánea.
b) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. Emisión Continua.
c) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
d) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m^2**	**12.5 kW/m^2**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	7.71 m	13.08 m	16.01 m	32.68 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m^2**		**1.0 psi**	
	20.29 m		74.59 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m^2**		**0.5 psi**	
	37.33 m		126.79 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire) – Emisión Instantánea:

- Infraestructura propia de la planta: Toma de suministro y almacenamienrto.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire) – Emisión Chorro Horizontal:

- **Infraestructura propia de la planta:** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de GLP, oficinas, cuarto eléctrico, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera Acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE SUMINISTRO) A:

Afectación relevante hasta **126.79 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Muelle de llenado de recipientes transportables	11.96 m
Bomba de trasiego de GLP	6.92 m
Toma de Recepción	9.29 m
Almacenamiento	5.36 m
Compresor de trasiego de GLP	13.22 m
Oficinas	28.60 m
Cuarto de E.C.I.	25.53 m
Cuarto Electrico	34.29 m
Bodega	42.64 m
Vialidades	
Carretera de Acceso	52.53 m
Carretera de Minatitlán – Mundo Nuevo	108.02 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **1.8642 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión instantánea producto de la fuga del contenido atrapado en la manguera y la tubería de líquido alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.02 hasta los 5.28 m. El

0.5 L.I.I. se alcanzará desde 0.03 hasta a los 10.04 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación instantánea de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 10.04 m y fatalidades en un radio de 5.28 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. Por su parte la emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.48 hasta los 9.59 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.46 hasta los 16.23 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 16.23 m y fatalidades en un radio de 9.59 m en dirección perpendicular a la del viento.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpo de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 20.29 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado, se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos.	1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de suministro (para el llenado autotanques) está localizada por el lado Este de la zona de almacenamiento, dentro del área de protección del tanque de almacenamiento. La toma de suminiatro constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 51 mm (2"), para llegar al tanque de almacenamiento, además estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro para llegar al tanque de almacenamiento. La toma contará en sus bocas terminales con los siguientes accesorios: o Una válvula de exceso de flujo (vapor). o una válvula de no-retroceso (liquido). o Una válvula de globo recta. o Un tramo de manguera para gas L.P. o Una válvula de seguridad de 13 mm (liquido) o Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor) o Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) o Tapón ACME. 2. **Letrero indicativo de carga en toma de suministro:** Cuando el auto-tanque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP se coloca al frente del vehículo un letreo o banderola indicativa de la operación que se está realizando que evitará que el conductor del auto-tanque ponga en marcha el vehículo, previniendo el desprendimiento de la manguera. 3. **Calzas de seguridad.** En el suministro de GLP al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo. 4. **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación	Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los auto-tanques 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. Entre los procedimientos se debe 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. Mantener el área libre de material combustible. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 37.33 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 74.59 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 74.59 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 126.79 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado, no se prevén daños a la flora presente. Afectaciones menores. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 126.79 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **37.5 – 12.5 kW/m²** 7.71 -13.08 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en la toma de suministro, zona de almacenamiento y área de ciculación, es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 7.71 m. Se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre a 13.08 m (zona de afectación: zona de almacenamiento)		
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 20.29 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre dentro de este radio 20.29 m (Zona de afectación: muelle de llenado, área de almacenamiento y toma de recepción) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 37.33 m	En este radio de 37.33 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Ene Gas, S.A. de C.V., que se encuentre las áreas de circulación incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 16.01 – 32.68 m	En un radio de 16.01 m (zona de afectación: toma de suministro, área de almacenamiento, área de circulación) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 32.68 m (zona de afectación: toma de recepción área de almacenamiento, área de circulación y muelle de llenado) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 74.59 m	El personal de Ene Gas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 74.59 m, (zona de afectación: oficinas, bodega, cuarto eléctrico y E.C.I.) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles. Daños estructurales menores y		

				limitados.El personal que se encuentre de píe o caminando puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.	considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias. **5. Mantenimiento**. La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. **6. Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de las tomas de recepción.	Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 7.71 – 13.08 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 7.71 m se encuentra la toma de suministro, áreas de circulación, el tanque de almacenamiento (propiedad de Ene Gas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 13.08 m, se encontrará la bomba y compresor de trasiego y la toma de recepción (pertenencia de Ene Gas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.	Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 20.29 m	A un distancia de 20.29 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: muelle de llenado y barda ubicada al suroeste propias de Ene Gas S.A. de C.V.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 37.33 m	No se presentan afectaciones considerables en áreas de circulación, barda ubicada al noreste de la proyecto		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 16.01 – 32.68 m	Dentro de este radio de afectación (16.01 m) únicamente se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, compresor y bomba de trasiego, tanque de almacenamiento y Zona de protección de muro de concreto, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 32.68 m se encontrará la zona de almacenamiento, bardas de la planta de distribución, muelle de llenado y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 74.59 m	Dentro de este radio de afectación por la onda de sobrepresión se ubica las oficinas, cuarto eléctrico, cuarto de E.C.I, sanitarios, instalaciones propias de la empresa Ene Gas S.A. de C.V. podrán presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Posible cierre a Carretera de acceso.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 126.79 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación a excepción de una torre de telecomunicaciones Posible cierre de circulación a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		

ESCENARIO 007

Fuga contínua de gas LP en el área de bombas, debido a falla del sello mecánico de la bomba. Diámetro equivalente de fuga ¼".

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		**Explosividad (Sobrepresión)**	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m²**	**12.5 kW/m²**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	4.00 m	6.77 m	36.45 m	74.40 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m²**		**1.0 psi**	
	10.50 m		169.83 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m²**		**0.5 psi**	
	19.30 m		288.68 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II.27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de suministro y bomba de trasiego de Gas L.P.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, cuarto eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera de acceso y carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.
- **Estructuras:** Torre de telecomunicaciones A y torre de electricidad 3, 4 y 5.
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE SUMINISTRO/BOMBAS) A:

Afectación relevante hasta **288.68 m,** debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de recepción	6.53 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	6.23 m
Compresor de trasiego de GLP	6.84 m
Toma de Suministro	6.53 m
Almacenamiento	3.58 m
Oficinas	25.95 m
Cuarto de E.C.I.	22.43 m
Cuarto Eléctrico	28.63 m
Bodegas	
Vialidades	
Carretera de Acceso	64.21 m
Carretera de Minatitlán – Mundo Nuevo	134.01 m
Estructuras	
Torre de telecomunicaciones A	
Torre de eléctrica 3	
Torre de eléctrica 4	
Torre de eléctrica 5	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **0.4698 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 1/4” en el sello de la bomba, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **1.19** hasta los **2.61 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **1.09 m** hasta los **4.53 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 4.53 m y fatalidades en un radio de 2.61 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (canal de riego, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
007	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 10.50m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado, se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos.	**1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** El diseño de la bomba de trasiego es adecuado para el manejo de gas l.p. Asimismo, el conjunto motor-bomba se encontrarán instalados sobre una base metálica**,** la cual se encuentra fija a una base de concreto. En la línea de succión la bomba, esta se encuentra precedida de un filtro y se instalará con cople flexible. La bomba de trasiego de gas l.p. cuentan con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería retorna el producto al almacenamiento. Para evitar la acumulación de cargas estáticas cada bomba de trasiego se encuentra conectada al sistema general de "tierras" **2. Calzas de seguridad.** En el suministro de GLP al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo. **3. Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias. **4. Mantenimiento**. La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. **5. Sistema contra incendio:** Se contará con 1 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de bombas.	Verificar que las válvulas de alivio no presenten: Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. Daño físico. Fuga. Corrosión. Incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo.
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 19.30 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 169.83 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 163.83m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 288.68 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado y selva perennifolia, no se prevén daños a la flora presente. Afectaciones menores. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 288.68 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 10.50m	Al personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre dentro de este radio 10.50 m (Zona de afectación: área de almacenamiento, área de circulación, toma de recepción y toma de susminustro) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. cabe mencionar que las oficinas se encuentra fuera de este radio.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 19.30 m	En este radio de 19.30 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Ene Gas, S.A. de C.V., que se encuentre en el área de almacenamiento y área de circulación incluso durante una exposición prolongada..		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 36.45 – 74.40 m	En un radio de 36.45 m (zona de afectación: toma de recepción, toma de suministro, área de almacenamiento, área de circulación, muelle de llenado) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 74.40 m (zona de afectación: área de circulación, oficinas, E.C.I. bodega, sanitarios) se prevé que el personal de Ene Gas S.A. de C.V. expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 169.83 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna zona vulnerable de trabajo.		

	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 4.00 – 6.77 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 4.00 m se encuentra únicamente la bomba de trasiego de gas L.P. (propiedad de Ene Gas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 6.77 m, se encontrará el tanque de almacenamiento (pertenencia de Ene Gas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.	Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 10.50m	A un distancia de 10.50 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: muelle de llenado, toma de suministro y toma de recepción propias de Ene Gas S.A. de C.V.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 19.30 m	No se presentan afectaciones considerables en áreas de circulación del proyecto.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 36.45 – 74.40 m	Dentro de este radio de afectación (36.45 m) únicamente se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, compresor y bomba de trasiego, tanque de almacenamiento, muelle de llenado, bodega, cuarto de E.C.I. y Zona de protección de muro de concreto, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 74.70 m se encontrará oficinas, cuarto eléctrico, sanitarios, bardas de la planta de distribución, muelle de llenado y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 169.83 m	Dentro de este radio de afectación por la onda de sobrepresión no se encuentra ninguna instalación la cual podría presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Posible cierre a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 288.68 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación Posible cierre de circulación a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		

ESCENARIO 008

Fuga de Gas L.P., en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado, debido a sobrepresión de la línea.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**37.5 kW/m^2**	**12.5 kW/m^2**	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	9.24 m	15.64 m	45.31 m	92.46 m
Zona de Alto Riesgo	**5.0 kW/m^2**		**1.0 psi**	
	24.26 m		211.06 m	
Zona de Amortiguamiento	**1.4 kW/m^2**		**0.5 psi**	
	44.62 m		358.77 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmosfera y paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II.27 donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., bodega y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., bodega, cuarto eléctrico, E.C.I., oficinas, y áreas de circulación.

- **Predio total**
- **Vialidades:** Carretera de acceso

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de Gas L.P., cuarto eléctrico, bodega, oficinas, E.C.I. y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Asentamientos humanos:** Localidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz.
- **Vialidades:** Carretera de acceso, carretera Minatitlán – Mundo Nuevo y camino de terracería.
- **Estructuras:** Torre de telecomunicaciones A y torres eléctricas 3, 4, 5 y 6
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado y selva perennifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

Infraestructura propia de las instalaciones	
Toma de suministro	13.89 m
Toma de recepción	14.21 m
Oficinas	18.90 m
Almacenamiento	8.26 m
E.C.I.	18.56 m
Cuarto Eléctrico	21.58 m
Bomba de trasiego de Gas L.P.	7.91 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	13.78 m
Bodega	17.53 m
Asentamientos humanos	
Comunidad Nuevo Teapa, Moloacán Veracruz	345.65 m
Vialidades	
Carretera de acceso	31.29 m
Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo	128.21 m
Camino de terracería	244.45 m
Estructura	
Torre de Telecomunicaciones A	118.90 m
Torre de eléctrica 3	
Torre eléctrica 4	
Torre eléctrica 5	
Torre eléctrica 6	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **2.7058 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión contínua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.6" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3"), a una altura de 0.5 metros. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **1.70** hasta los **12.20 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **1.59 m** hasta los **22.67 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 22.67 m y fatalidades en un radio de 12.20 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (cuerpo de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Población	Sobrepresión	Amortiguamiento **(0.5 psi)** 358.77 m	Una pequeña fracción de la población de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.	1. **Válvulas de relevo hidrostático**. En los tramos de tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se cuenta, entre ellas, con una válvula de relevo hidrostático. 2. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. 3. **Equipos a prueba de explosión**. Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D) 4. **Dispositivos de seguridad**. Cada llenadera contará con una válvula de cierre rápido, una válvula solenoide conectada a la báscula lo cual asegura que cuando se llega al peso, previamente registrado, ésta válvula se cierra, una punta pool con válvula de aguja de 13 mm de diámetro. 5. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes. 6. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. 7. **Sistema contra incendio:** Se contará con 2 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área de muelle de llenado.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Mantener el área libre de materiales combustibles. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 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.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 24.26 m	**Aire:** Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado, se prevén incendios de baja intensidad. **Fauna:** Dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 44.62 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 211.06 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 211.06 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 358.77 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020) el uso de suelo es de pastizal cultivado y selva perennifolia, no se prevén daños a la flora presente. Afectaciones menores. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 358.77 m.		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 24.26 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre dentro de este radio 24.26 m (Zona de afectación: muelle de llenado, área almacenamiento área de circulación, toma de suministro y toma de recepción) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. cabe mencionar que las oficinas se encuentra fuera de este radio.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 44.62 m	En este radio de 44.61 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Ene Gas, S.A. de C.V., que se encuentre en oficinas, cuarto eléctrico, bodega, sanitarios y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 45.31 – 92.46 m	En un radio de 45.31 m (zona de afectación: toma de recepción y suministro, área de almacenamiento, área de circulación, muelle de llenado, oficinas, bodega, cuarto eléctrico y sanitarios) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 92.46 m (zona de afectación: carretera de acceso, área ade circulación) se prevé que el personal de Ene Gas S.A. de C.V. expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 211.06 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna zona vulnerable de trabajo.		

	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos **(37.5 12.5 kW/m²)** 9.24 – 15.64 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.24 m se encuentra únicamente el muelle de llenado (propiedad de Ene Gas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 15.64 m, se encontrará el tanque de almacenamiento y la bomba de trasiego (pertenencia de Ene Gas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.	Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Alto Riesgo **(5.0 kW/m²)** 24.26 m	A un distancia de 24.26 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras parcialmente afectadas: área de almacenamiento, toma de suministro y toma de recepción propias de Ene Gas S.A. de C.V.		
			Amortiguamiento **(1.4 kW/m²)** 44.62 m	No se presentan afectaciones considerables en áreas de circulación del proyecto, oficinas, cuarto eléctrico, cuarto de E.C.I., bodega y sanitarios.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 45.31 – 92.46 m	Dentro de este radio de afectación (45.31 m) únicamente se encontrarán la toma de recepción, toma de suministro, compresor y bomba de trasiego, tanque de almacenamiento, muelle de llenado, bodega, cuarto de E.C.I., bodega y sanitarios y Zona de protección de muro de concreto, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 92.46 m se encontrará el área de circulación y bardas, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 211.06 m	Dentro de este radio de afectación por la onda de sobrepresión no se encuentra ninguna instalación la cual podría presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Posible cierre a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 358.77 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubica ninguna instalación Posible cierre de circulación a Carretera de acceso y Carretera Minatitlán – Mundo Nuevo.		

ESCENARIO 009

Fuga de gas L.P. debido al desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado del recipiente transportable a causa de un error del operador debido a la rapidez y/o falta de observación.

- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	2.08 m	4.25 m
Zona de Alto Riesgo	**1.0 psi**	
	9.69 m	
Zona de Amortiguamiento	**0.5 psi**	
	16.47 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Muelle de llenado de recipientes transportables, bomba de trasiego de Gas L.P. almacenamiento y áreas de circulación.

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

- Afectación relevante por sobrepresión hasta 16.47 m.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Bomba de trasiego	7.91 m
Almacenamiento	8.26 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (canal de riego, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
009	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 9.69 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 9.69 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.	1. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. 2. **Equipos a prueba de explosión**. Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D). 3. **Dispositivos de seguridad**. El multiple de llenado contará a la entrada con una vascula de operación manual, una valvula de seguridad para el alivio de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro y manometro 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 ½") de diámetro. El múltiple de llenado contará con tres llenadoras, cada llenadora estará integrada por los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo 13 mm de diámetro. ✓ una válvula solenoide de para automático de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y mangeral) de 13 mm de diámetro. 4. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes. 5. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. 6. **Sistema contra incendio:** Se contará con 2 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área del muelle de llenado. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Mantener el área libre de materiales combustibles. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 16.47 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 16.47 m.	
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 9.69 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre en el muelle de llenado podrá sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 16.47 m	El personal de Ene Gas S.A. de C.V. que se encuentre de píe o caminando en el muelle de llenado, zona de almacenamiento y áreas de circulación cercanas pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Así como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 2.08 – 4.25 m	Dentro de este radio de afectación (2.08 m) únicamente se encontrarán una fracción del muelle de llenado, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 4.25 m se encontrará el muelle de llenado el cual se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 9.69 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones tales como zona de almacenamiento, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos de las ventanas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 16.47 m	En este radio de afectación se encontrarán la bomba de trasiego de GLP y una fracción de la zona de almacenamiento propiedad de Ene Gas S.A. de C.V., la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones (vidrios rotos en un 90% y marcos dañados).		

ESCENARIO 010

Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	**10.0 psi**	**3.0 psi**
	11.98 m	24.45 m
Zona de Alto Riesgo	**1.0 psi**	
	55.80 m	
Zona de Amortiguamiento	**0.5 psi**	
	94.86 m	

EFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo del área del proyecto pertenece a pastizal cultivado de acuerdo al análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) se pueden encontrar especies vegetales de las Familias Araceae, Apocynaceae, Asteraceae, Burseraceae, Caricaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Muntingiaceae, Onagraceae, Poaceae y Urticaceae. El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 27, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: En el área se pueden encontrar la presencia únicamente de aves. Siendo las familias de aves Accipitridae, Cathartidae, Cuculidae, Cracidae y Tyrannidae, las que cuentan con las especies registradas como la Aguililla Caminera (Rupornis magnirostris), Zopilote Aura (Cathartes aura), Garrapatero Pijuy (Crotophaga sulcirostris), Chachalaca (Ortalis vetula) y Tirano (Tyrannus sp). Para mayor información consultar la Tabla II.29

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Muelle de llenado de recipientes transportables, bomba de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bomba y compresor de trasiego de Gas L.P., cuarto eléctrico, oficinas, E.C.I., bodega y áreas de circulación.
- **Predio total**

- **Vialidades:** Carretera de acceso y camino de terracería.
- **Terrenos sin actividad (pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

- Afectación relevante por sobrepresión hasta **94.86 m.**

Infraestructura propia del Proyecto.	
Toma de suministro	13.89 m
Toma de recepción	14.21 m
Oficinas	18.90 m
Almacenamiento	8.26 m
Cuarto de E.C.I.	18.56 m
Cuarto Electrico,	21.58 m
Bodega	19.53 m
Vialidades	
Carretera de Acceso	33.88 m

ANÁLISIS DE VULNERAVILIDAD

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **30 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de GLP debido a la fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **0.03** hasta los **7.76 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **0.04 m** hasta los **14.16 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 14.16 m y fatalidades en un radio de 7.76 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalemente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, asi como la afectación al medio ambiente (atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
010	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo **(1.0 psi)** 55.80 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Se prevé que a una distancia de 55.80 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas.	1. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. 2. **Equipos a prueba de explosión**. Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D). 3. **Dispositivos de seguridad**. El multiple de llenado contará a la entrada con una vascula de operación manual, una valvula de seguridad para el alivio de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro y manometro 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 ½") de diámetro. El múltiple de llenado contará con tres llenadoras, cada llenadora estará integrada por los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo 13 mm de diámetro. ✓ una válvula solenoide de para automático de 13 mm de diámetro. ✓ Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y mangeral) de 13 mm de diámetro. 4. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes. 5. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. 6. **Sistema contra incendio:** Se contará con 2 extintor del tipo ABC de fosfato monoamónico, en el área del muelle de llenado. Se contará con dos hidrantes, uno por el lindero Noreste y otro hidrante al Suroeste de la planta, con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubrirán perfectamente todas las áreas. Además, se contará con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. - Procedimientos y brigadas de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Mantener el área libre de materiales combustibles. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 94.86 m	**Aire:** Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. **Flora:** De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es pastizal cultivado, donde se prevén consecuencias no trascendentales. **Fauna:** Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 94.86 m.		
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 11.98 – 24.45 m	En un radio de 11.98 m (zona de afectación: muelle de llenado y área de circulación) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 24.45 m se prevé que el personal expuesto (zona de afectación: zona de almacenamiento, tomas de suministro y recepción y área de circulación) presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 55.80 m	El personal de Ene Gas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 55.80 m, (zona de afectación: oficinas, , bodega, E.C.I., sanitarios y cuarto eléctrico) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos **(10.0 3.0 psi)** 11.98 – 24.45 m	Dentro de este radio de afectación (11.98 m) únicamente se encontrarán una fracción del muelle de llenado y bomba de trasiego, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 24.45 m se encontrará una fracción del tanque de almacenamiento, el muelle de llenado, toma de recepción y toma de suministro, el cual se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
			Alto Riesgo **(1.0 psi)** 55.80 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones tales como zona de almacenamiento, oficinas, servicios sanitarios, cuarto de eléctrico, bodega y cuarto de E.C.I. las ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos de las ventanas.		
			Amortiguamiento **(0.5 psi)** 94.86 m	En este radio de afectación se encontrarán las bardas propiedad de Ene Gas S.A. de C.V., la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones (Daño estructural menor y limitado).		

ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD EN MATERIA AMBIENTAL.

ENE GAS S.A. DE C.V.

Fracción reducida de la Fracción "A" Resultante de la fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa", en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología What If?:

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
1	Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento X.** Control de actividades y procesos	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**ALARP "B"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**
2	Los choferes de los semirremolques 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.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento X.** Control de actividades y procesos	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento.		**ALARP "B"**
3	Los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento X.** Control de actividades y procesos	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento.		**ALARP "B"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**
4	Se deberá mantener el área libre de material combustible.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento IX.** Mejores prácticas y estándares	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento.		**ALARP "B"**
				1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
5	Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).	**Recepción de semirremolques**	**Elemento IX.** Mejores prácticas y estándares	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento. El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**ALARP "B"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
6	Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal 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	**Recepción de semirremolques**	**Elemento VI.** Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento.		**ALARP "B"**
				1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**ALARP "B"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
				1.1.10	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		**TOLERABLE "C"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.1 a**	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
				1.2.1 b			**TOLERABLE "C"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**
				1.3.2	Incorrecto acoplamiento entre la manguera de líquido con la válvula de llenado del auto-tanque		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.4	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta		**NO TOLERABLE "A"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
7	Como protección de separación en operaciones de transferencia de Gas-LP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en las líneas de la toma de recepción y suministro.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.1**	Durante la descarga de Gas L.P., el semirremolque se pone en movimiento. El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**ALARP "B"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**
8	Se deberán 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.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.		**ALARP "B"**
9	Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
		Suministro de GLP a auto-tanques		**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**
				1.3.2	Incorrecto acoplamiento entre la manguera de líquido con la válvula de llenado del auto-tanque		**NO TOLERABLE "A"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
10	Se deberá mantener en original el programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
11	Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.4**	Fractura del recipiente de almacenamiento		**NO TOLERABLE "A"**
12	Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.2**	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.4**	Fractura del recipiente de almacenamiento		**NO TOLERABLE "A"**
13	Se deberá elaborar una lista de verificación para asegurar que los semirremolques conservan su utilidad y son seguros, que incluya la revisión de las condiciones mecánicas y de los equipos de comunicación los cuales deben ser adecuados para trabajar en atmósferas peligrosas.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
14	Las operaciones deberán de ser controladas y monitoreadas de forma continua.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**NO TOLERABLE "A"**
15	Se deberá establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
16	La cisterna de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.3**	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		**NO TOLERABLE "A"**
17	Las válvulas de relevo hidrostático deberán mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.4**	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
		Suministro de Gas L.P. a auto-tanques		**1.3.3 a**	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.3 b			**ALARP "B"**
				1.3.5 a	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba		**ALARP "B"**
				1.3.5 b			**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.6	Presión excesiva en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.7	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
		Llenado de recipientes transportables		**1.4.1**	Durante el trasiego de Gas L.P. la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encuentra cerrada		**ALARP "B"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
18	Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.5 a**	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**NO TOLERABLE "A"**
				1.1.5 b			**ALARP "B"**
				1.1.7	Durante la transferencia de GLP la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas vapor está cerrada		**TOLERABLE "C"**
				1.1.8	Durante la descarga la válvula de cierre rápido que se encuentra en una de las líneas de gas líquido se encuentra cerrada		**ALARP "B"**
				1.1.10	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		**TOLERABLE "C"**
				1.1.11	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		**ALARP "B"**
				1.1.12	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores		**TOLERABLE "C"**
		Almacenamiento de Gas L.P.		**1.2.1 a**	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
				1.2.1 b			**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a auto-tanques		**1.3.3 a**	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.3 b			**ALARP "B"**
				1.3.4	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta		**NO TOLERABLE "A"**
				1.3.8	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
19	Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.1.6**	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		**TOLERABLE "C"**
20	Se deberá verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.	**Recepción de semirremolques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.1 a**	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		**ALARP "B"**
				1.2.1 b			**TOLERABLE "C"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
21	Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. - Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. - Daño físico. - Fuga en el asiento o en la conexión al recipiente. - Corrosión.	**Almacenamiento de Gas L.P.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.2**	Aumento de la presión en el tanque de almacenamiento	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
		Suministro de Gas L.P. a auto-tanques		**1.3.6**	Presión excesiva en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
22	Se deberá verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.	**Almacenamiento de Gas L.P.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.2**	Aumento de la presión en el tanque de almacenamiento		**TOLERABLE "C"**
23	En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: - El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. - Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. - Medición de la dureza. - Efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min.	**Almacenamiento de Gas L.P.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.3**	Elevación de la temperatura del líquido almacenado en el tanque		**TOLERABLE "C"**
24	Se deberá realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco de conformidad con la normatividad aplicable.	**Almacenamiento de Gas L.P.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.2.4**	Fractura del recipiente de almacenamiento		**NO TOLERABLE "A"**
25	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.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el vehículo se moviera e inesperadamente		**ALARP "B"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
26	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.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.2**	Incorrecto acoplamiento entre la manguera de líquido con la válvula de llenado del auto-tanque	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**NO TOLERABLE "A"**
27	Se deberá incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.7**	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
28	El filtro deberá ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.8**	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
29	Se deberá verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.9**	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
30	Se deberá verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.9**	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
31	Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.7**	Presión menor en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.8	Flujo reducido en la bomba		**TOLERABLE "C"**
				1.3.9	Cavitación en la bomba		**NO TOLERABLE "A"**
32	Se deberá mantener el equipo eléctrico en buenas condiciones.	**Suministro de Gas L.P. a auto-tanques**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.3.10**	El motor de la bomba se sobrecalienta		**TOLERABLE "C"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
33	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 recipiente transportable sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro.	**Llenado de recipientes transportables**	**Elemento X.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.2**	Se excede el nivel máximo de llenado de los recipientes transportables	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
34	Se deberán realizar acciones de emergencia. • Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que este suministrando. • Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma. • Atacar el fuego (extintores e hidrantes) • Retirar hasta donde sea posible los cilindros cercanos al fuego. • Desalojar el área.	**Llenado de recipientes transportables**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**ALARP "B"**
35	Se deberán eliminar fuentes de ignición.	**Llenado de recipientes transportables**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**ALARP "B"**
36	Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.	**Llenado de recipientes transportables**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.3**	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		**ALARP "B"**
37	Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018.	**Llenado de recipientes transportables**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**1.4.4**	El recipiente transportable presenta una falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado		**ALARP "B"**
38	Se deberán asegurar que las conexiones y accesorios no presenten anomalías.	**Recipientes para vaciado de GLP**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.1.1**	Algún objeto golpea el recipiente de almacenamiento.		**TOLERABLE "C"**
		Mangueras de vaciado de GLP	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.3.1**	La manguera de vaciado de gas L.P presenta una fuga.		**TOLERABLE "C"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
39	Se deberá mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipos auxiliares.	**Recipientes para vaciado de GLP**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.1.1**	Algún objeto golpea el recipiente de almacenamiento.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
40	Se deberán realizar las mediciones de espesores al recipiente conforme a la NOM-013-SEDG-2002.	**Recipientes para vaciado de GLP**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.1.1**	Algún objeto golpea el recipiente de almacenamiento.		**TOLERABLE "C"**
41	Se deberá mantener evidencia del mantenimiento realizado a las tuberías que conducen gas l.p.	**Tuberías de vaciado de GLP**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.2.1**	La tubería se encuentra corroída.		**TOLERABLE "C"**
42	Se deberá mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores)	**Mangueras de vaciado de GLP**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**2.3.1**	La manguera de vaciado de gas L.P presenta una fuga.		**TOLERABLE "C"**
43	Se deberán realizar pruebas semanales al sistema contra incendio	**Bomba eléctrica y combustión interna**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.1.1**	El acumulador de la bomba no se encuentra conectado.		**TOLERABLE "C"**
			Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.1.2**	Instalación inadecuada de la válvula de alivio de aire.		**TOLERABLE "C"**
			Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.1.3**	Falla la activación de las bombas durante un incendio.		**ALARP "B"**
		Hidrantes	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.4.1**	El extremo de la manguera no cuenta con chiflón		**ALARP "B"**
		Extintores	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.5.1**	Las boquillas de los extintores se encuentran rotas.		**ALARP "B"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
44	Se deberá supervisar diariamente el nivel de llenado de la cisterna para el almacenamiento de agua contra incendio.	**Cisterna de agua**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.2.1**	La cisterna de agua no alcanza el 70% de su capacidad.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
45	Se deberá programar la limpieza de la cisterna.	**Cisterna de agua**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.2.2**	Existe acumulación de basura en la cisterna.		**TOLERABLE "C"**
46	Se recomienda verificar la factibilidad de la instalación de una bomba jockey.	**Sistema de aspersión**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**3.3.2**	Agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal.		**ALARP "B"**
47	Se deberá brindar capacitación teórico práctica al personal de brigada contra incendio conforme a lo solicitado en los numerales 11.2 t 11.2 de la NOM-002-STPS-2010.	**Hidrantes**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**3.4.2**	El personal de la brigada no sabe realizar las maniobras de acercamiento y neblina		**ALARP "B"**
48	Simulacros de acuerdo al numeral 10.2 de la NOM-002-STPS-2010.	**Hidrantes**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**3.4.2**	El personal de la brigada no sabe realizar las maniobras de acercamiento y neblina		**ALARP "B"**
49	Se deberán recargar anualmente los extintores	**Extintores**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**3.5.2**	Los extintores no han sido recargados		**ALARP "B"**
50	Se deberá incluir en el programa de mantenimiento al compresor de aire.	**Compresor de aire**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**4.1.1**	Existe un ruido y vibración excesiva en el compresor.		**TOLERABLE "C"**
				4.1.2	Fuga de aceite		**TOLERABLE "C"**
				4.2.1	La presión de aire no es suficiente para el cierre o apertura		**ALARP "B"**
				4.2.2	El diafragma está dañado		**TOLERABLE "C"**
				4.3.1	La tubería se encuentra corroída		**TOLERABLE "C"**
51	Se deberá registrar el compresor ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, conforme a lo solicitado en la NOM-020-STPS-2011.	**Compresor de aire**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**4.1.3**	La presión en el tanque receptor se acumula lentamente		**TOLERABLE "C"**
52	Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	**Transformador eléctrico**	**Elemento XIII.** Preparación y respuesta a Emergencias	**5.1.1**	El suministro de la electricidad de la red pública (CFE) falta debido a algún corte, irregularidad o descarga		**TOLERABLE "C"**
				5.1.2	Descarga parcial en el transformador		**TOLERABLE "C"**
				5.2.1	Existe un corto circuito		**TOLERABLE "C"**

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
53	Se deberá realizar la revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado.	**Conexiones eléctricas.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.3.1**	Durante las operaciones en planta se suscitará una fuga de GLP. y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	**TOLERABLE "C"**
54	Se deberá elaborar los procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011.	**Conexiones eléctricas.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.3.1**			**TOLERABLE "C"**
55	Se deberá elaborar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de eventos que impliquen equipos eléctricos.	**Conexiones eléctricas.**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.3.1**			**TOLERABLE "C"**
56	Se deberán realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la puesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.	**Conexiones a tierra**	**Elemento XI.** Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	**5.4.1**	No existe una adecuada conexión a tierra		**TOLERABLE "C"**

Recomendaciones de carácter general:

1. Se deberá obtener y mantener vigente el seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS** de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** cuyo monto deberá cumplir con lo especificado en las *DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.*

2. Se deberá realizar el trámite de Licencia Ambiental Única con la Agencia, en virtud de que las actividades de la empresa son consideradas fuente fija de emisiones a la atmósfera.

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

Cabe mencionar que una vez obtenida la Auorización por la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), ENE GAS, S.A. de C.V. deberá realizar un programa calendarizado para la implementación y seguimiento de las recomendaciones derivadas del What if…?

III.1.1 Sistemas de seguridad.

A continuación, se describirá cada uno de los elementos considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

El tanque a instalar contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

Asimismo, se contará con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

- **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/cm^2 las que permanecen "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiera.

- **Controles automáticos:**

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1 ¼") de diámetros para el retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y están calibradas para una apertura de 5 kg/cm^2 (71 Lb/in^2).

SISTEMA CONTRA INCENDIO

⇨ **Sistema de seguridad por medio de extintores.**

Como medida de seguridad y como prevención contra algún incendio, se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo ABC, manuales y de 9 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en toma de recepción.
- ✓ Uno en la toma de suministro
- ✓ Dos en la zona de almacenamiento

- ✓ Dos en el muelle de llenado de recipientes transportables
- ✓ Uno en bomba y compresor para gas L.P.
- ✓ Dos en estacionamiento de auto-tanques.
- ✓ Dos en oficinas.
- ✓ Uno en servicios sanitarios.

Se contará con dos extintores de Bióxido de Carbono (CO_2), manuales y de 11 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en el tablero eléctrico
- ✓ Uno en cuarto de equipo del sistema contra incendio.

Se contará con extintor del tipo carretilla con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC, en la zona de almacenamiento.

La determinación de la cantidad y capacidad de extintores necesarios en las diferentes áreas que integren las planta, se hizo siguiendo el procedimiento de cálculo de unidades de riesgo "UR" presentes en cada área que se determina en el inciso 4.2.4.3 de la NOM-001-SESH-2014, clasificándolas de acuerdo con el riesgo, los factores determinados, así como las unidades de capacidad de extinción asignándolas a los diferentes tipos y capacidad de extintores, dan los siguientes resultados:

Lugares donde estarán colocados los extintores están señalados de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008, la ubicación de estos extintores es visible y de fácil acceso, a una altura de 1.50 m medida del piso a la parte más alta del extintor, de fácil sujeción y colocación para ser usados.

- ⇨ **EQUIPOS DE SEGURIDAD**

A la entrada de la planta se tendrá un anaquel con artefactos matachispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que ingresan a la misma, así como también se contará con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

Se contará con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad; esta será operada solamente en caso de emergencia, probándose su funcionamiento con periodicidad de tiempo.

Se contará con un gabinete colocado en el área del equipo contra incendio, con dos trajes especiales para el personal encargado de respuesta ante un siniestro o contingencia, cada uno constará de:

- ✓ Casco con protección facial
- ✓ Botas
- ✓ Guantes
- ✓ Pantalón
- ✓ Chaquetón para bombero
- ✓ Todo el equipo será a base kevlar o material equivalente.

- ⇨ **HERRAMIENTAS Y ROPA DE LOS OPERARIOS**

En las áreas clasificadas por la Norma como Clase I, División 1 y 2, se utilizarán herramientas anti-chispas y equipos adecuados para el uso de ellas, a menos que en dichas áreas de

trabajo se detecte que el ambiente no contiene vapores de gas en cantidad mayor al 20% del límite inferior combustible.

Los operarios utilizaran ropa de algodón, no permitiéndose el uso de zapatos con protectores metálicos, ropa de nylon o similares, peines u otros objetos de plástico capaces de generar electricidad estática.

Los medios de iluminación y lámparas de mano utilizadas, serán de acuerdo al área, quedando prohibida cualquier tipo de iluminación a base de fuego.

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias IMMS cercana, etc. Contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.

- **Manejo de agua a presión:**

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

Cisterna de seguridad de 50.00 m^3 de agua con las siguientes medidas: 4.00 x 3.00 y altura de 2.50 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en planta de 4.00 x3.00 altura de 2.5 metros, contará con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba con motor de combustión de 18 H.P. y gasto de 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm^2.
- ✓ Una bomba con motor eléctrico de 20 H.P. y gasto 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm^2.

Red distribuidora, construida con tubo de PVC para 11.2 Kg/cm2; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm^2. La red que alimenta al sistema de enfriamiento iniciará su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 76 mm de diámetro. Este sistema alimentará a los siguientes componentes:

- ✓ Dos hidrantes y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.
- ✓ La tubería es de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible.

- **Tubería y elementos de rociado para el tanque:**

El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.

El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 $Kg/cm^{2.}$

- **Entrenamiento personal:**

Una vez en marcha el sistema contra incendios, se procederá a impartir un curso de entrenamiento personal, que abarcará los siguientes temas:

- ✓ Posibilidades y limitaciones del sistema.
- ✓ Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- ✓ Uso de manuales.
- ✓ Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
- ✓ Interpretación de las alarmas
- ✓ Uso de accesorios de protección.
- ✓ Uso de los medios de comunicación.
- ✓ Cierre de válvulas energéticas de gas.
- ✓ Corte de electricidad.
- ✓ Uso de extintores.
- ✓ Uso de hidrantes como refrigerantes.
- ✓ Operación manual y automática del rociado a tanque.
- ✓ Ahorro de agua.
- ✓ Mantenimiento general y su periodicidad.
- ✓ Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- ✓ Mantenimiento correctivo

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente para la operación de la planta de distribución de GLP será relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento, trasiego a auto-tanques y llenado de recipientes transportables.

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

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

- ⇨ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la planta se generarán aguas residuales, como resultado de la presencia del personal temporal, las aguas contaminadas y jabonosas serán dispuestas en los sanitarios portátiles. Las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, serán retiradas y dispuestas por la misma empresa contradada, la cuál será responsable de proporcionar la limpieza y/o mantenimiento adecuado y periódico, además de encargarse de la disposición final de los residuos generados.

Para el caso del agua potable que se empleará por algunas actividades operativas, servicios sanitarios y de mantenimiento durante la operación normal de la planta, serán descargadas de forma directa a la fosa séptica, la cual se ubicará a un costado de la bodega, por lo que al menos cada seis meses se contratará a una empresa especializada para que realice el desazolve de la fosa séptica, quien dispondrá de su contenido en sitios autorizados.

Así mismo, para evitar la contaminación de las aguas residuales que serán generadas en los sanitarios, se deberán utilizar productos de limpieza biodegradables que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, asimismo, se deberá evitar verter aceites u otros residuos liquido contaminante en las descargas de aguas residuales.

⇨ MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la planta el encargado de la obra deberá asegurarse de que la maquinaria utilizada cuente con el mantenimiento necesario para evitar este tipo de emisiones.

- Los camiones de materiales serán cubiertos con lonas y regados con agua, para evitar la dispersión de partículas, además antes de realizar cualquier actividad en el predio en el que haya movimiento de tierras, estas se humedecerán antes de iniciar cualquier actividad, evitando así la dispersión de partículas de polvo.
- El ruido generado será poco perceptible y solo serán durante la etapa de construcción, además, se trabaja en horarios establecidos.

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de GLP, no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras de las tomas de recepción, suministro y muelle de llenado, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de perdida mínima para la operación de trasiego (válvulas de cierre rápido). Estas válvulas para llenado de tanques son de acción rápida y pérdida mínima, tienen un flujo pleno e instantáneo con la protección adicional de una manija de cierre rápido y un seguro automático para evitar la apertura accidental de la válvula durante el manejo de almacenamiento de Gas LP, están diseñadas para la punta de la manguera de llenado en sistemas de despacho, sin embargo, dichas emisiones son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

No obstante, ENE GAS, S.A. de C.V. deberá realizar el trámite de la Licencia Ambiental Única para su autorización por parte de la Agencia, en este documento se registrarán las emisiones generadas dentro de la planta conforme a lo señalado en el artículo 19 del Reglamento. Asimismo, una vez, obtenida la autorización del Licencia Ambiental Única, se deberá de presentar la Cédula de Operación Anual.

⇨ GESTIÓN DE RESIDUOS.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la planta, se tendrán tambos metálicos de 200 litros rotulados y con tapa para evitar la contaminación de las zonas cercanas o proliferación de fauna nociva, y colocados en sitios visibles y estratégicos dentro del predio de la empresa para no irrumpir en el área de trabajo, además estarán debidamente rotulados según el tipo de residuos y serán enviados a sitios autorizados por el municipio.

Cabe mencionar que, durante la operación y mantenimiento normal de la planta, se contara con contenedores de 200 litros debidamente rotulados y previstos con tapa, en lugares estratégicos como son: oficina, sanitarios, área de circulación, acceso y salida. Además, se

clasificarán en orgánicos e inorgánicos con el fin de facilitar su separación, siendo almacenados temporalmente hasta ser dispuestos en sitios autorizados por el municipio.

Residuos de Manejo Especial (RME): Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el material producto de las demoliciones de infraestructura y bardas se contratará un camión para colocar dichos residuos y dispuestos inmediatamente en sitios autorizados por el municipio de Moloacán.

En cuanto a los residuos provenientes del despalme serán dispuestos en un sitio que no entorpezca las actividades constructivas hasta ser utilizada como material de relleno y serán enviados para su reutilización en sitios autorizados o lo que indique el responsable de la obra. Asi mismo en cuanto al material producto del despalme será retirado y traslado a los sitios autorizados o lo que indique el responsable de la obra.

Durante la operación y mantenimiento normal de la planta, se tendrán todos los recipientes transportables rechazados en la esquina por el lindero Sureste de las instalaciones, junto con tambos metálicos de 200 lts con las mangueras y válvulas caducas. La disposición final de los recipientes rechazados será mediante la contratación del servicio de recolección por empresas o gestores autorizados asegurándose que el manejo de los mismos sea adecuado y por ende contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados, mientras que las mangueras y válvulas caducas serán dispuestas en sitios autorizados.

Residuos Peligrosos: Durante la preparación del sitio y construcción de la planta, los RP serán manejados y dispuestos por la empresa constructora encargada de la obra de la Planta de distribución de Gas L.P.

Durante la operación y mantenimiento normal de la Planta, se contratará una empresa especializada, quien será la encargada del manejo y disposición en sitios autorizados y bajo la normatividad aplicable, por lo que la empresa deberá contar con los comprobantes que lo demuestren.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

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

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

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

En base a los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

- ✓ De acuerdo a lo anterior expuesto, el tanque contará con una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una. Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.

A) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

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

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

El tanque contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3”) de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 927 m^3/h (32,700 ft^3/hr) cada una.

- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m^3/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a “tierra”.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación, se indican las medidas básicas con las que contará la planta:

- ✓ El tanque contará con un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.

- ✓ Sistema de aspersión: El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.

  El rociado será mediante la colocación de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½” y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 $Kg/cm^{2.}$

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que **“ENE GAS, S.A. DE C.V.”** deberá contar con un seguro con cobertura que ampare responsabilidad civil y responsabilidad por daño ambiental, dichas coberturas deberán de calcularse mediante un Estudio de Pérdida Máxima Probable, de acuerdo a los solicitado en las *Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento,*

distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.

Es importante mencionar que se buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de GLP, así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

ENE GAS S.A. DE C.V. 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 el recipiente de almacenamiento cuente 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 a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años. Es importante mencionar que el recipente fue fábrico en 1999.

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

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

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

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

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

hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

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

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

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

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

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

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

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

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

ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO IV

RESUMEN

ENE GAS S.A. DE C.V.

Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto que la empresa "Ene Gas S.A. de C.V." pretende llevar a cabo, se refiere a la instalación y operación de una Planta de Distribución de Gas L.P., con capacidad de 110,000 litros almacenados en un solo recipiente de almacenamiento con pretendida ubicación en la Fracción reducida de la Fracción "A" resultante de la fusión, rectificación y segregación de los lotes de terreno números ciento cinco y ciento ocho del ejido denominado "Gavilán sur, Gavilán sur Bis o Rabasa", municipio de Coatzacoalcos, estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

Las bases de diseño del presente proyecto se apegan a las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las plantas de distribución de Gas L.P., que señala 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 2014. Bajo este contexto es importante señalar que se cuenta con un dictamen técnico No. de folio **12683/20 BA** emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 124 - A (Ver Apartado D),** donde señala que la memoria técnico descriptiva y planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014** ***Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación***.

Asimismo, el presente proyecto cuenta con el Dictamen Eléctrico, emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas con número de registro UVSELP 474-A **(Ver Apartado D),** donde señala que el proyecto de la memoria de cálculo y el plano eléctrico, cumplen con las Cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la NOM-001-SEDE-2012 relativa a las instalaciones destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el Diario Oficial del 29 de noviembre de 2012.

De acuerdo con la información del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el uso de suelo donde se ubica el sitio del Proyecto, tiene un uso de suelo y vegetación de tipo "pastizal cultivado" y le corresponde una política de *Restauración y Aprovechamiento Sustentable* de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y de *protección* con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Asimismo, es importante mencionar que el proyecto cuenta con una Autorización de Uso de Suelo **No. D.O.P./S.D.U./218/2020**, emitida por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Moloacán, Veracruz el 9 de diciembre de 2020.

Por lo tanto, el proyecto incide en la UGA 11, con política ambiental de Protección, que promueve la permanencia del uso actual del suelo, sin embrago, el desarrollo urbano actual ha impactado en la zona, por lo que el uso actual del suelo no cuenta con las mismas funciones y capacidades de carga de un ecosistema primario y en cuanto al uso de suelo y vegetación del área del Proyecto al ser de pastizal cultivado, no contiene los elementos de flora y fauna que propicien su preservación. Además de los 20,000 m^2 del predio de la empresa únicamente dará uso de 5,554.44 m^2, manteniendo el restante (14,445.56 m^2) como zona de amortiguamiento (área sin perturbar). Por lo que el Proyecto no impactará de forma negativa a los procesos ecológicos de la región.

Cabe destacar que en las colindancias del terreno propiedad de la empresa no se desarrollan actividades que pongan en peligro las actividades del proyecto, una vez que en sus colindancias próximas se presenta un uso de suelo de tipo pastizal, siendo estas las que a continuación se mencionan:

- Al Noroeste en 50.61 metros, con el derecho a vía de la carretera de acceso.
- Al Suroeste, en 109.75 metros, con el terreno baldío sin actividad.
- Al Sureste, en 50.54 metros, con terreno baldío sin actividad.
- Al Noreste en 109.29 metros con terreno baldío sin actividad.

Asimismo, en relación al requerimiento que exige actualmente la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia.

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de sus actividades, tales como: energía eléctrica, la cual será obtenida de la línea de alta tensión de CFE que pasa por enfrente del terreno; asi como vías de comunicación, como la carretera Minatitlán – Mundo Nuevo y Cárdenas – Coatzacoalcos, las cuales enlazan a diferentes colonias y/o localidades del municipio de Coatzacoalcos y Moloacán, situación que le confiere un punto estratégico para la venta de gas l.p. No obstante, no se cuenta con agua potable y alcantarillado, por lo que el suministro de agua en las etapas de preparación del sitio y construcción será por medio de pipas que el promovente comprará para el uso cotidiano y el agua residual que resulte será dispuesta por la empresa contratada de prestar el servicio de letrinas. Una vez ya en etapa de operación y mantenimiento, el suministro de agua seguirá siendo por medio de pipas, mientras que el agua residual se descarga de forma directa a la fosa séptica que será construida dentro del predio.

Es importante mencionar que en un radio de 500 m a partir de los límites de las instalaciones no se encuentran zonas vulnerables tales como: *escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, parques o unidad habitacional de alta densidad.* No obstante, a una distancia aproximada de 322.56 m al noreste del proyecto, medida a partir del límite del predio, se ubica la localidad denominada “Nuevo Teapa”, que de acuerdo con los datos señalados por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) a través de su Catálogo de Localidades, esta localidad cuenta con una población total de 970 personas.

Asimismo, se analizó la presencia de cuerpos de agua y corrientes superficiales con el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA), en el que se encontró que dentro del predio total de empresa no existe ninguna corriente o cuerpo de agua, sin embargo, aproximadamente a 540.46 y 787.20 m del límite predio en dirección Oeste y Suroeste se encuentran corrientes de agua intermitente y en dirección Este aproximadamente a 1.5 km se encuentra el río Teapa, el cual es un corto río del sureste de México, no obstante, a pesar de la existencia del Rio Teapa la zona no es considerada como una Región Hidrológica Prioritaria.

Cabe destacar que el área del proyecto no se ubica en un Área Natural Protegida de competencia municipal, estatal o federal, tampoco dentro de sitios RAMSAR o AICAS.

La planta estará conformada por las siguientes áreas: toma de recepción y suministro, muelle de llenado de recipientes transportables, bodega, oficinas, servicios sanitarios, cuarto eléctrico, cisterna de almacenamiento de agua y cuarto de equipo contra incendio, áreas de circulación, entre otros, así como un área de almacenamiento que estará integrada por un tanque de almacenamiento tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 110,000 litros al 100% agua.

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

Por lo que la única sustancia que se manejará en la planta será 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.

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 el proyecto de la Planta de Distribución de GLP derivan de ***fugas***, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego**, **explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**.

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- Características fisicoquímicas del material almacenado
- Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- Procedimientos de operación, memoria técnica descriptiva de la planta y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- Procedimientos operativos.
- Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- Eventos Externos (sabotaje).

- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de la metodología de identificación y jerarquización de riesgos (What if) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la planta. Los cuales de manera general implican:

1. Fuga, incendio y explosión en el área de recepción de GLP.
2. Fuga, incendio y explosión en el área de suministro de GLP.
3. Explosión en el área de almacenamiento de GLP.
4. Fuga, incendio y explosión en el área de llenaderas de GLP.

De acuerdo con los resultados de la identificación de peligros, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse, se podrían presentar durante las operaciones de trasiego de gas l.p. e involucran la conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera, el desprendimiento de la manguera y fugas por corrosión o falta de mantenimiento.
En este sentido,de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m2, así como a 10.0, 3.0 y 1.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Cabe mencionar que a 5.0 Kw/m2 no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.
De manera particular, dichos efectos pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, por lo que evidentemente las instalaciones y equipos principalmente dañados serían aquellos ubicados en las áreas que integrarán la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, tomas de recepción, tomas de suministro y muelle de llenado de recipientes transportables. En este caso las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la alta radiación emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de escenarios, la BLEVE del semirremolque es un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento primario (escenario 002), el cual está relacionado con la formación de un dardo de fuego debido a la pronta ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque, y que incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente debido a la radiación térmica recibida, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el

funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión interna y la expansión de líquido a vapor proporciona la energía necesaria para romper el contenedor, provocando una BLEVE. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, por lo que tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, sin embargo, este evento se considera para predecir un daño máximo representativo.

Como resultado de la BLEVE del semirremolque se tendrán ondas de sobrepresión, proyección de fragmentos y radiación térmica. Dichos efectos de daño directo, son causas de propagación, favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, aportándole mayor importancia a aquellas consecuencias que devengan en daños a unidades de proceso o recipientes que almacenen alguna sustancia química peligrosa. De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego. Por su parte, los autores Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan que se tiene una probabilidad del 99% de que se presente lafalla catastrófica de un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Por lo que se identifica al escenario 005 (BLEVE del recipiente de almacenamiento con capacidad de 110,000 litros) como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino, por ser el que arroja los radios de afectactación con mayor dimensionamiento. En este caso los efectos serán tanto mecánicos como térmicos, es decir, la radiación térmica producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque.

Los efectos derivados de la BLEVE del recipiente de almacenamiento con capacidad de 110,000 litros, por lo que se considera que el desarrollo de este evento pudiera potencializar el riesgo a través de un Efecto Dominó, no obstante, dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos (radiación térmica: Rango de 12.5 kW/m^2 a 37.5 kW/m^2 y sobrepresión: Rango de 3 psi a 10 psi) y Zonas de Alto Riesgo (radiación térmica: 5.0 kW/m^2 y sobrepresión: 1.0 psi), no se ubican ductos u otras Instalaciones industriales que manejen hidrocarburos u otras sustancias peligrosas ajenos a la empresa y que pudieran verse afectados por los efectos de la BLEVE.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 216.60 m (Fig.II.8) además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 175.88 m, en donde

se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m^2 no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones (Ver Fig. II.4) que pudieran verse afectadas. ***Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 110,000 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación***.

No obstante, en un radio de hasta 365.56 m (12.5 kW/m^2), en donde se ubican en su mayoría zonas de pastizal cultivado, así como las torres eléctricas identificadas como 3, 4, 5 y 6 y la torre de telecomunicaciones A, se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. (Figura II.8). En tanto que en un radio de hasta 595.11 m donde se ubica se encuentran la Ranchería "El Reboso", la torre eléctrica 2 y 7 y una torre de telecomunicaciones A, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m^2, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radición no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que la Escuela Telesecundaria clave 30DT., Iglesia "Nuestra Señora De Guadalupe", Primaria "J. Jesús Ibarra", Campo de Fútbol Nuevo Teapa, Iglesia "Nuevo Teapa", Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores", Estación de bombeo (PEMEX) y prácticamente el 80% de la población de la **localidad de Nuevo Teapa** queda confinada dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**

Asimismo, es importante mencionar que en caso de suceder la BLEVE del tanque de almacenamiento de 110 m^3 la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 15.90 s (afectación de mayor dimensionamiento) causaría quemaduras de 3er grado y una letalidad del 50% de las personas que pudieran estar expuestas desde el origen del evento hasta un radio de 167.11 m, dentro del cual se ubican las instalaciones propias de "ENE GAS, S.A. DE C.V.", carretera de acceso y carretera Minatitlán-Mundo Nuevo. En tanto que en un radio de 463.89 m se podrían presentar quemaduras de 1do grado en piel desnuda, en donde cabe destacar la presencia de la Rancheria "El Reboso", actividad sin registrar 1 y parcialmente la localidad Nuevo Teapa. Mientras que en un radio de 705.42 m se podría presentar dolor en piel desnuda en las personas que se encuentren expuestas en la Escuela Telesecundaria clave 30DT, estación de bombeo (PEMEX), Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores" y la localidad Nuevo Teapa.

En cuanto a la flora y fauna que es posible encontrar en el terreno que se empleará para la construcción de la planta, ninguna especie está sujeta a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la flora que es posible encontrar dentro del Sistema Ambiental, el colorín (ormosia isthmensis) y coyolito (bactris major) y cedro (cedrela odorata) se encuentra bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante mencionar, que estas especies podrían verse comprometidas únicamente ante

el desarrollo del peor escenario. Es importante mencionar que las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas no comprometen, ni ponen en riesgo la seguridad ni bienestar de ninguna especie registrada o potencial a encontrarse.

Resulta entonces importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje de la misma; aunque no son los únicos factores, son determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales estará sometida la planta.

Cabe destacar que el diseño, construcción y operación del proyecto de la planta se apegan a la normatividad aplicable vigente y contarán con las medidas y dispositivos de seguridad que proporcionan un nivel de fiabilidad de la instalación por lo que la probabilidad de ocurrencia se ve reducida. Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del gas l.p no es la excepción; con base a este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta fundamental para ***Ene Gas S.A. de C.V.***, 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.

El proyecto que pretende desarrollar la empresa es de competencia federal y pertenece a la industria del petróleo debido a que la operación de la planta de distribución de GLP consistirá en la descarga, almacenamiento y distribución de GLP. El proceso iniciará con la llegada de GLP por medio de semirremolques, los cuales serán descargados con el uso de un compresor para trasladar el GLP a la zona de almacenamiento y finalmente trasegar el GLP a recipientes transportables y auto-tanques, por lo que el promovente se apega a lo establecido en el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con el objetivo de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, correspondiéndole al Proyecto la fracción II de dicha Ley por pertenecer a la industria del petróleo, a su vez en el artículo 5 inciso D) fracción VIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental se hace mención acerca de la construcción y operación de instalaciones para transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de Gas Licuado de Petróleo, así como del artículo 3, fracción XI, inciso d) de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector de Hidrocarburos.

Asimismo, considerando la cantidad de almacenamiento que se pretende manejar en la Planta, el proyecto concierne a una actividad altamente riesgosa, ya que esta sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de gas l. p. indicada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992, por lo que a fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 30 segundo párrafo y artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se integra el presente Estudio de Riesgo en su modalidad Análisis de Riesgo a la Manifestación de Impacto Ambiental.

Por lo que con el objeto de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, la empresa promovente presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el siguiente trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: “Instalación y operación de una planta de distribución de gas l. p. en Florencio Villarreal, Guerrero” con pretendida ubicaciónen una Fracción reducida de la Fracción “A” Resultante de la fusión, rectificación y segregación de los lotes de terreno números ciento cinco y ciento ocho del ejido denominado “Gavilán sur, Gavilán sur Bis o Rabasa”, Municipio de Coatzacoalcos, estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Se incluye el presente Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa pretende desarrollar actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de GLP, indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Al obtener la resolución en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental, Ene Gas S.A. de C.V. deberá cumplir con los términos y condicionantes establecido en dicho resolutivo. Cuando la planta comience con su operación normal, se deberán acatar todo lo establecido en materia de residuos, descarga de aguas residuales y emisiones a la atmósfera.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

En el apartado “A” se integra el Anexo No. 4 Informe Técnico.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD

ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

ENE GAS S.A. DE C.V.

Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al Municipio de Moloacán, Veracruz.

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

V.1.1 Planos de localización.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de la planta de distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) perteneciente a **ENE GAS S.A. DE C.V.** con pretendida ubicación en Fracción deducida de la Fracción "A", resultante de la Fusión, Rectificación y Segregación de los Lotes de Terreno números ciento cinco y ciento ocho, del Ejido denominado "Gavilán Sur, Gavilán Sur Bis o Rabasa" en el Poblado de Nuevo Teapa, perteneciente al municipio de Moloacán, Veracruz.

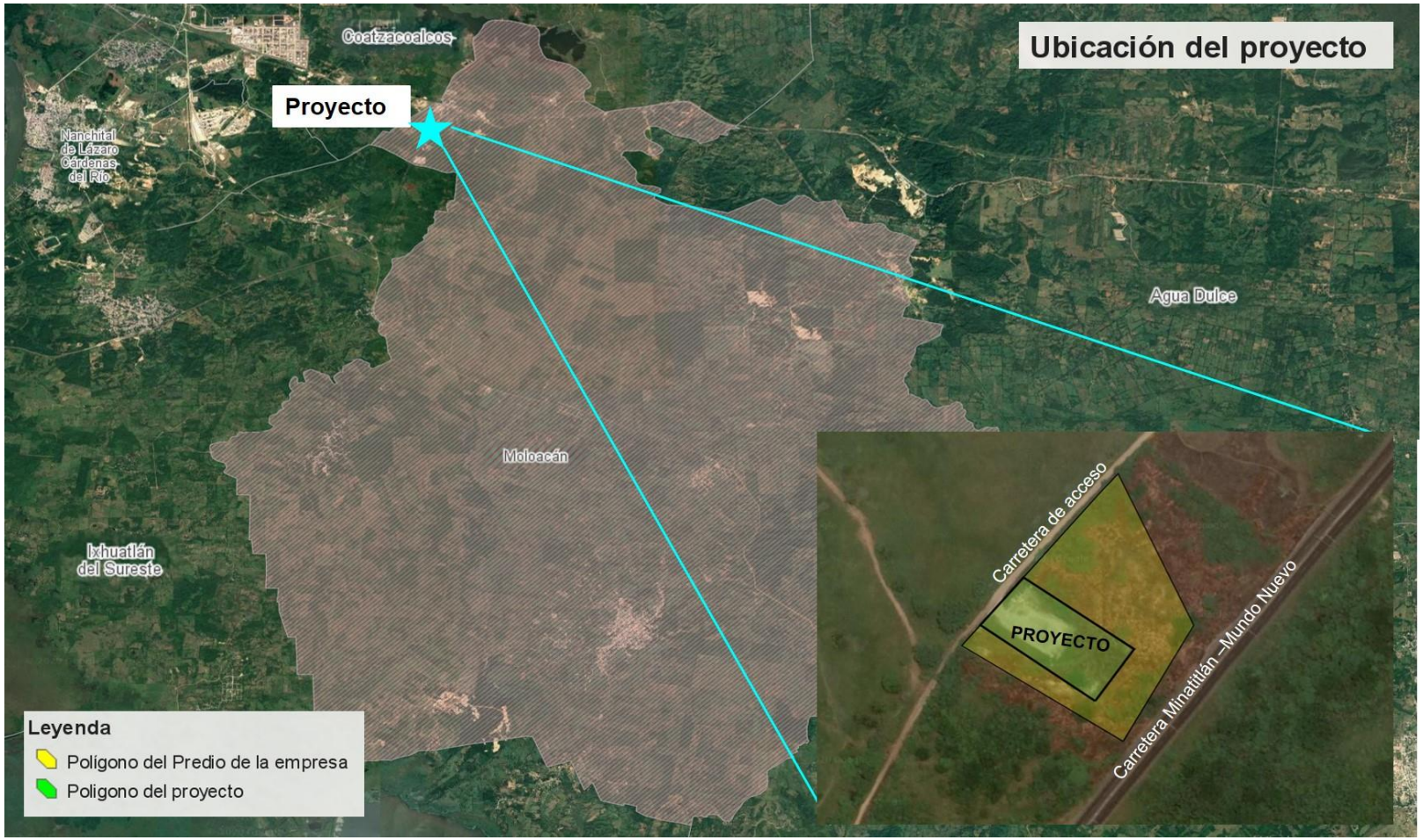


Figura V.1. Ubicación del Proyecto instalación y operación de una planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "Ene Gas S.A. de C.V."

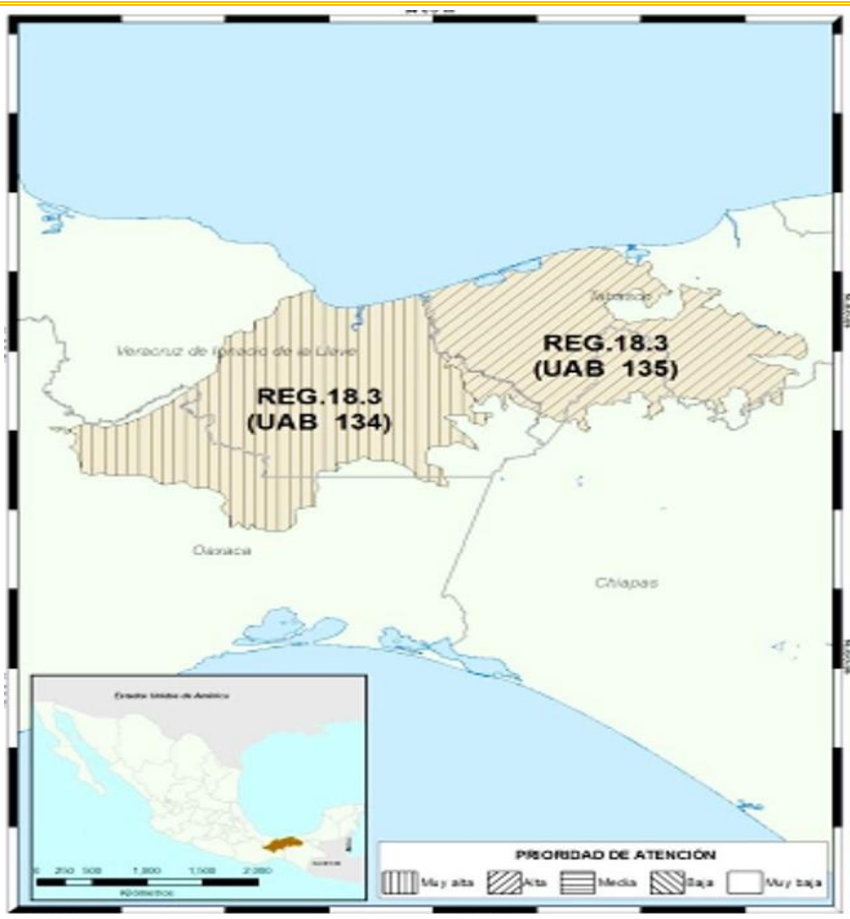


Figura V.2. Región Ecológica 18.3, UAB 134.

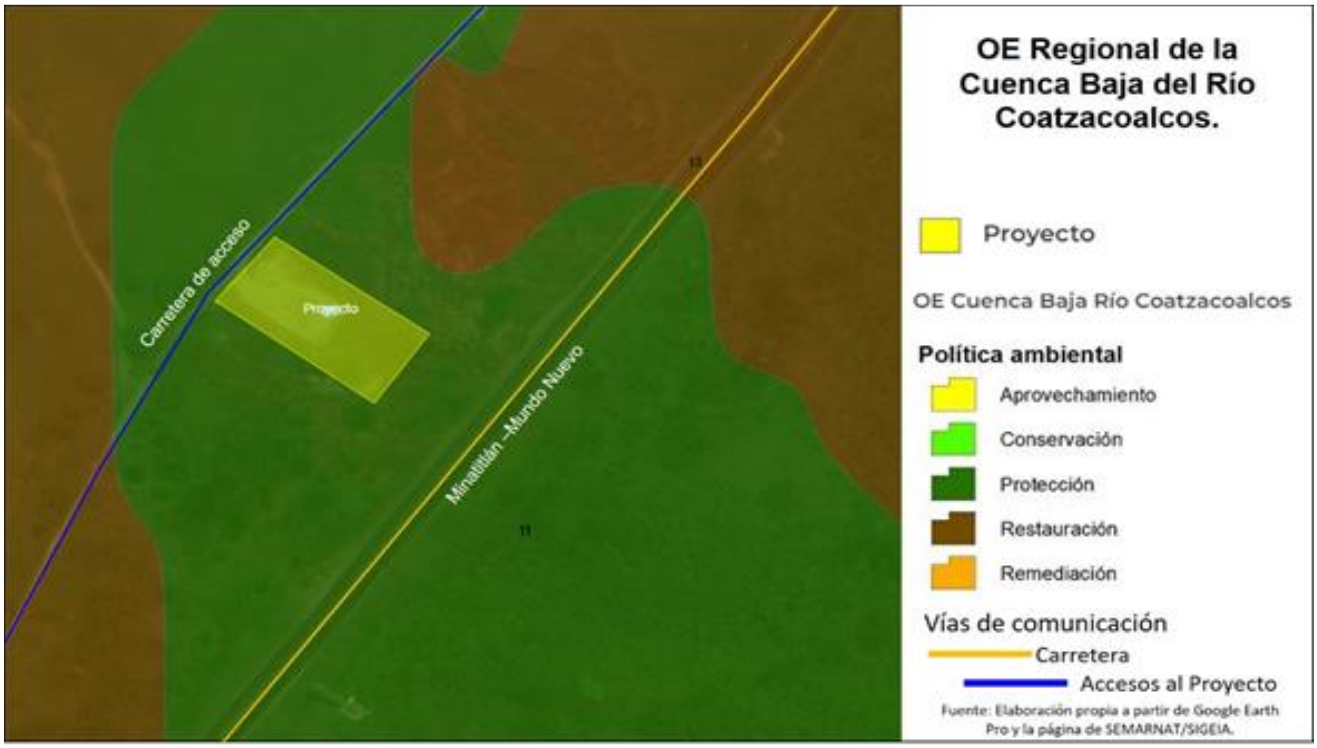


Figura V.3. OE Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.

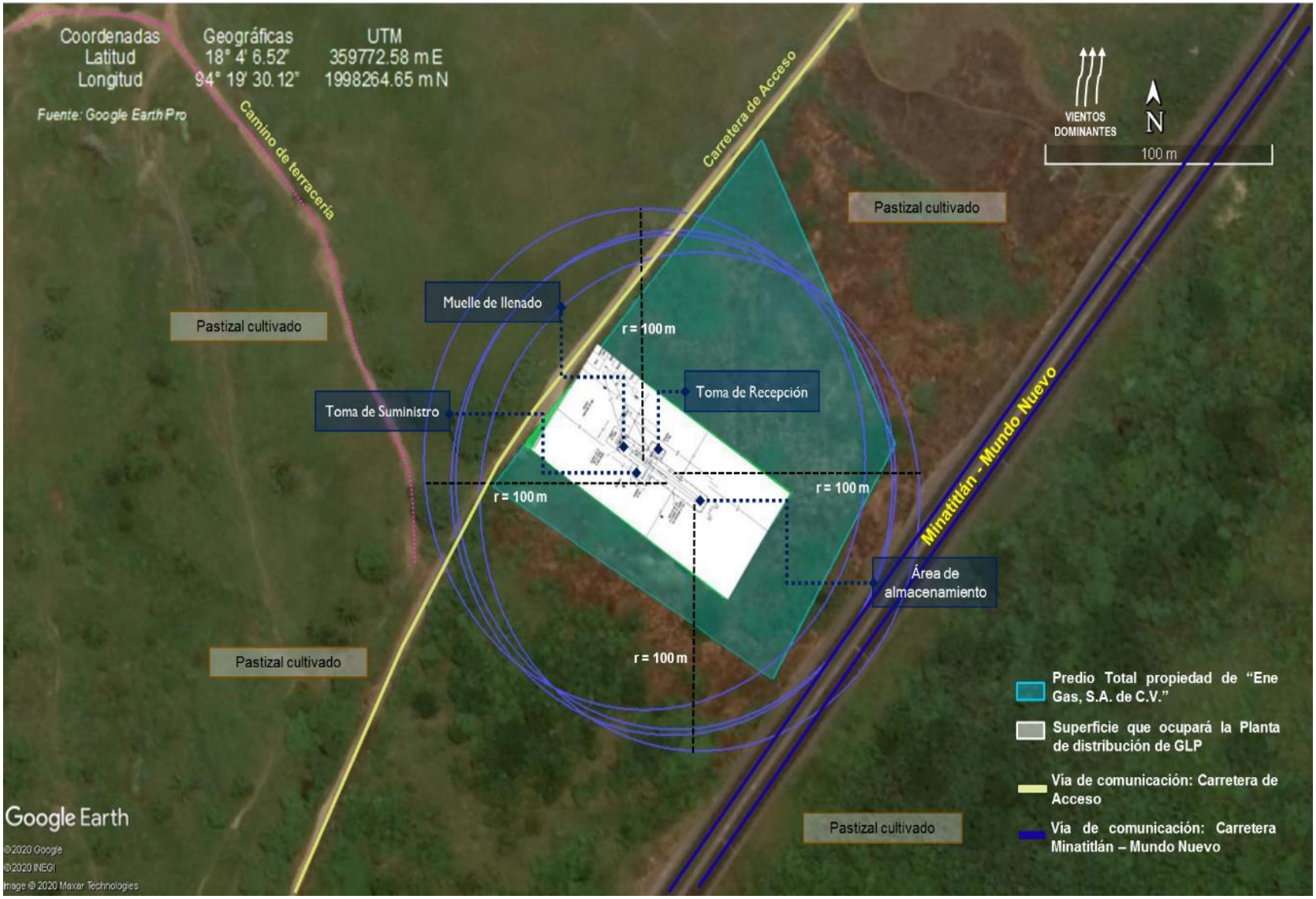


Figura V.4. Radios de 100 m medidos desde las tangentes del recipiente de almacenamiento de la planta de distribución de GLP propiedad de Ene Gas, S.A. de C.V.

PELIGROS GEOLÓGICOS.

REGIONALIZACIÓN SISMICA

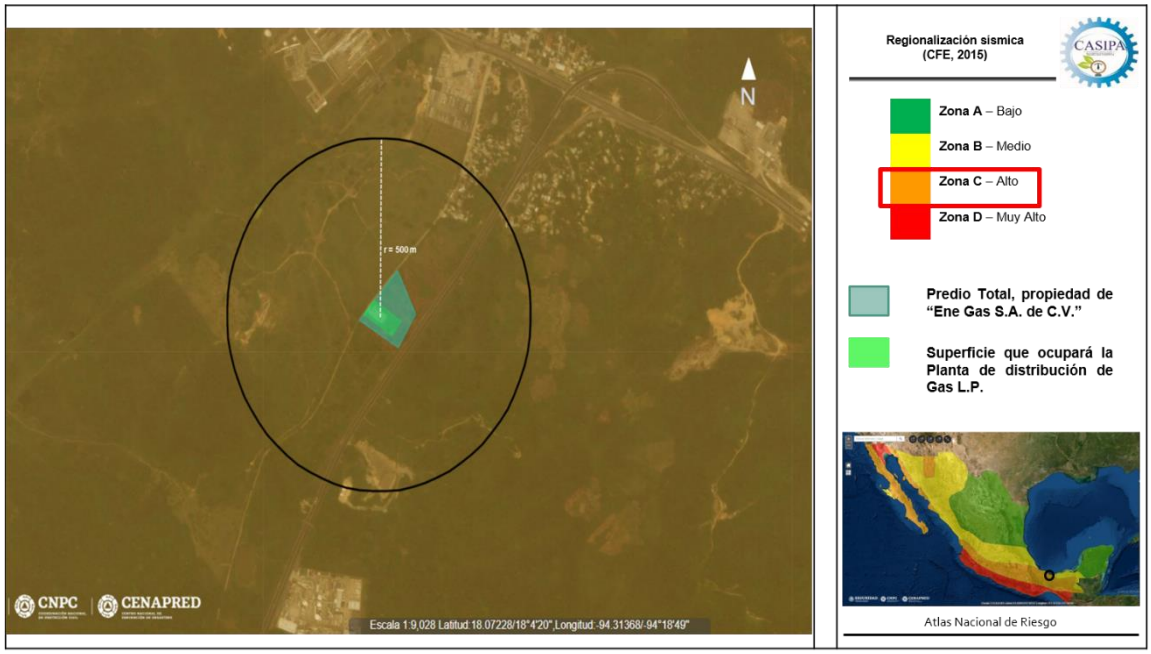


Figura V.5. Regionalización Sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS.

RIESGO POR INUNDACIÓN.

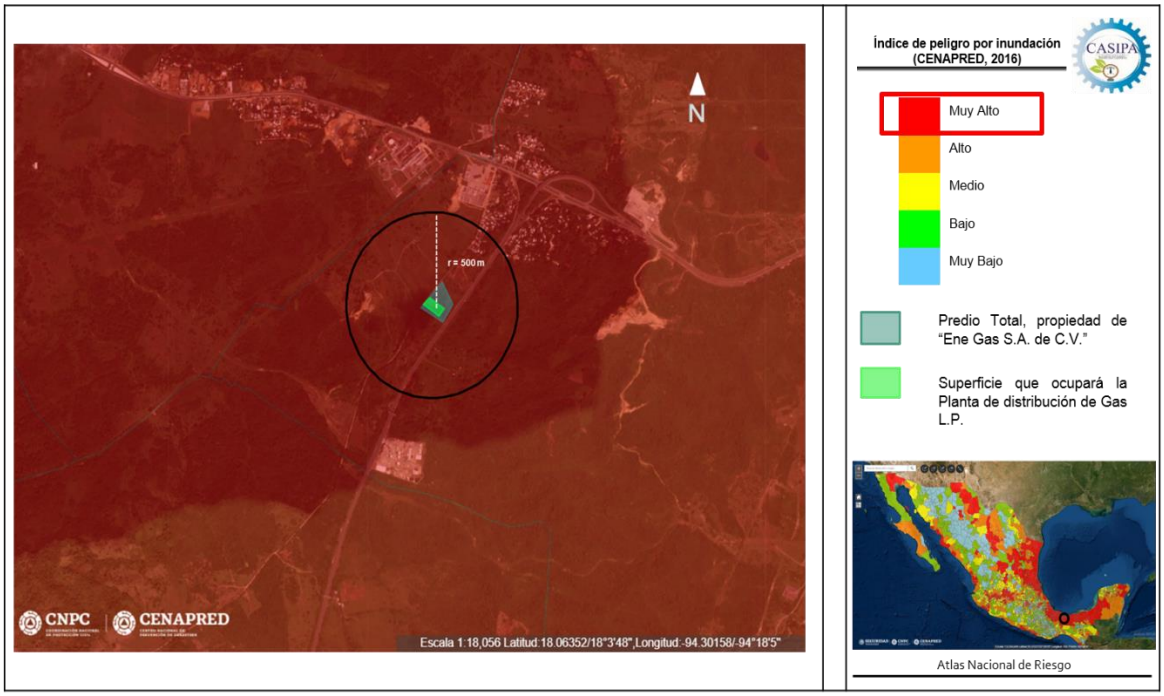


Figura V.6. Índice de peligro por inundación
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

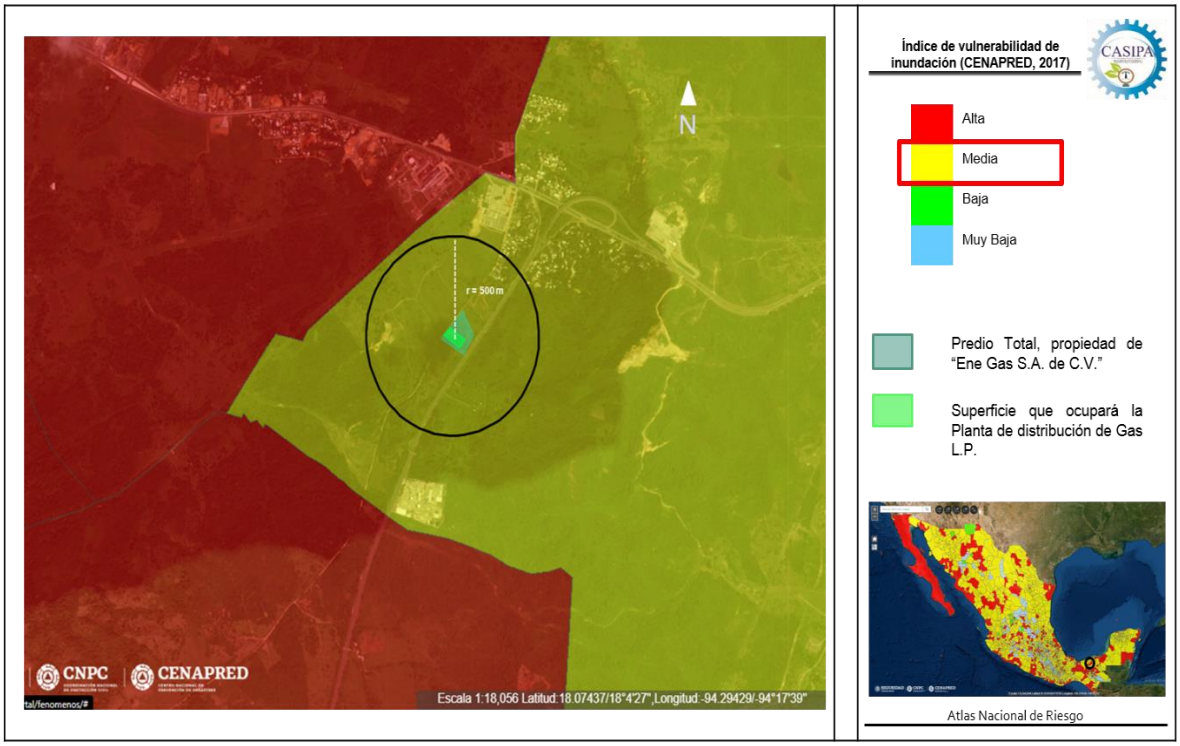


Figura V.7. Índice de vulnerabilidad de inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

SEQUÍAS

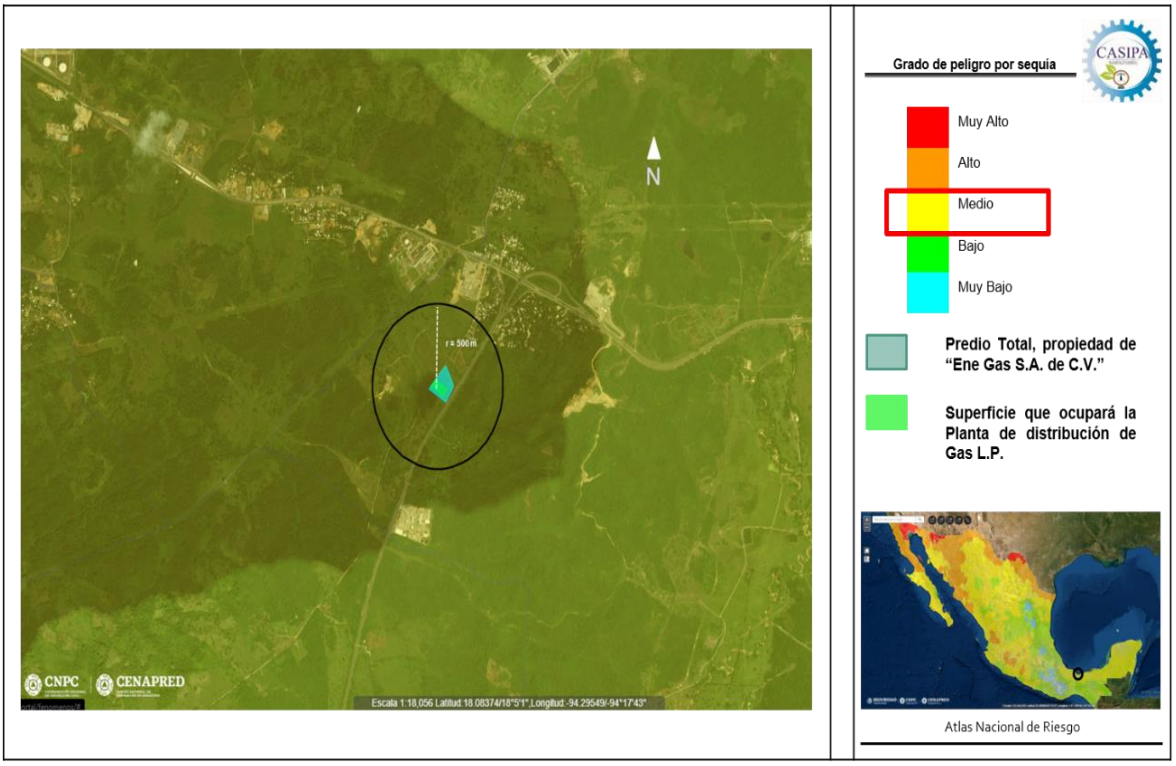


Figura V.8. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

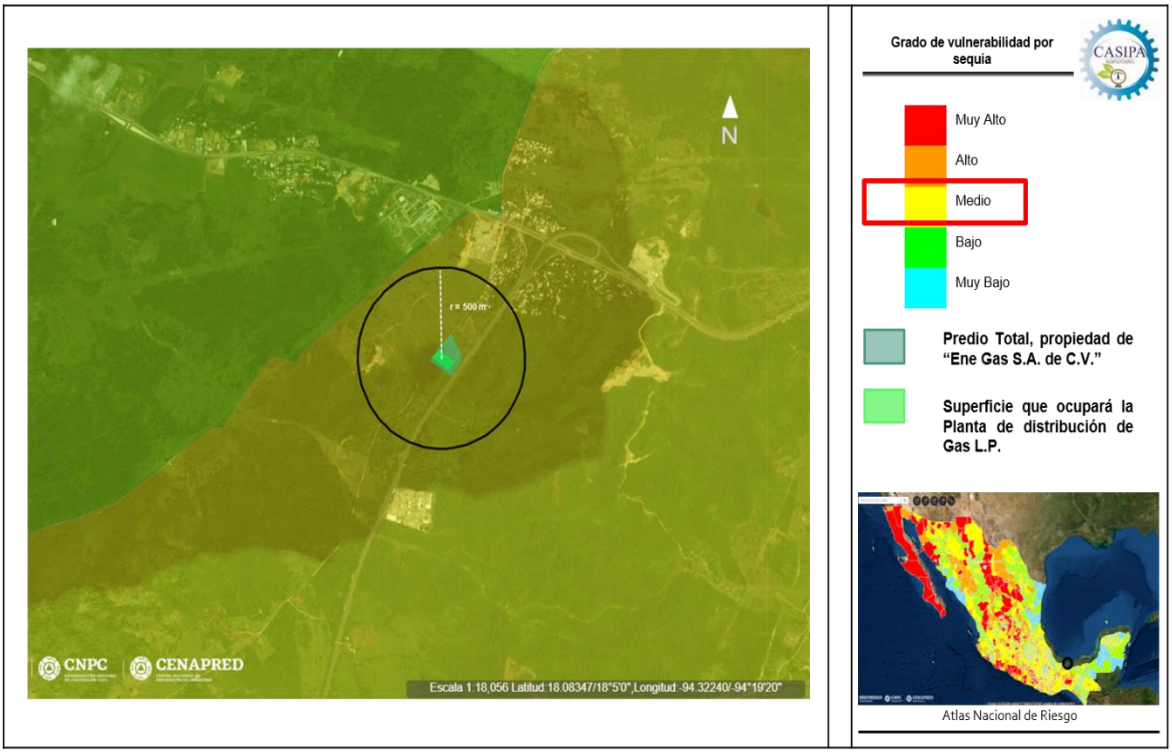


Figura V.9. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

TORMENTAS ELÉCTRICAS

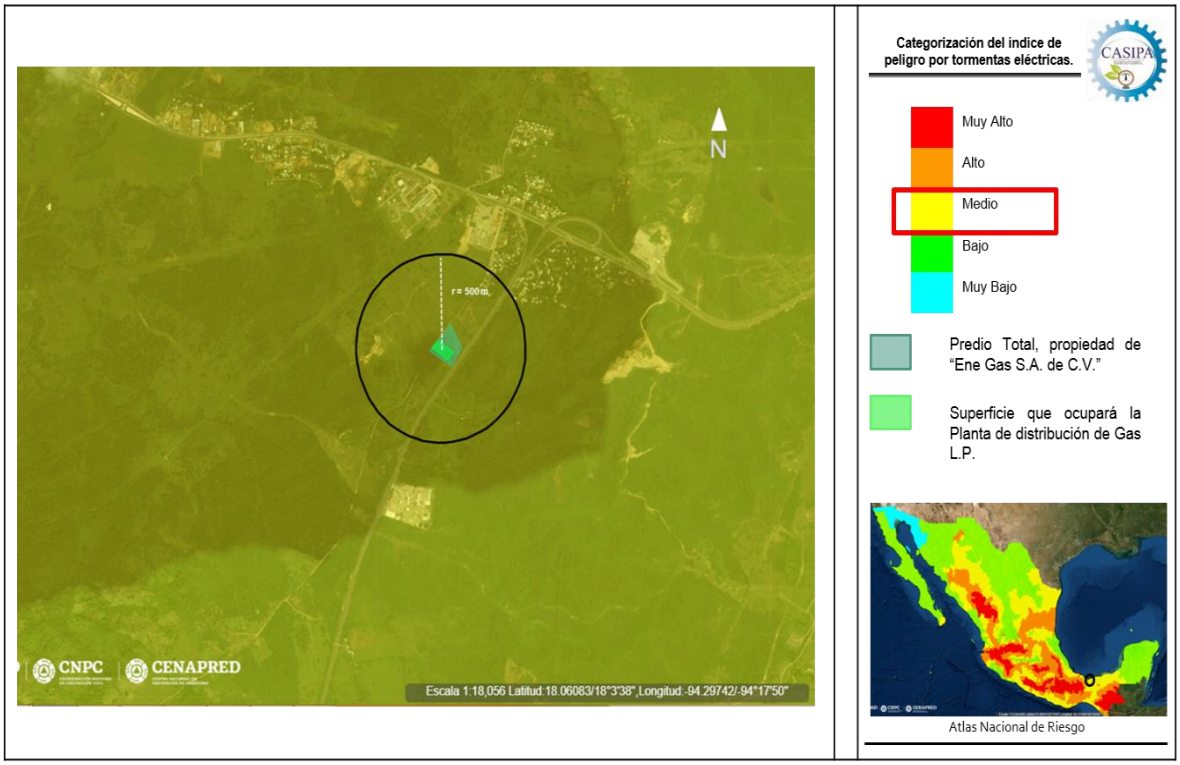
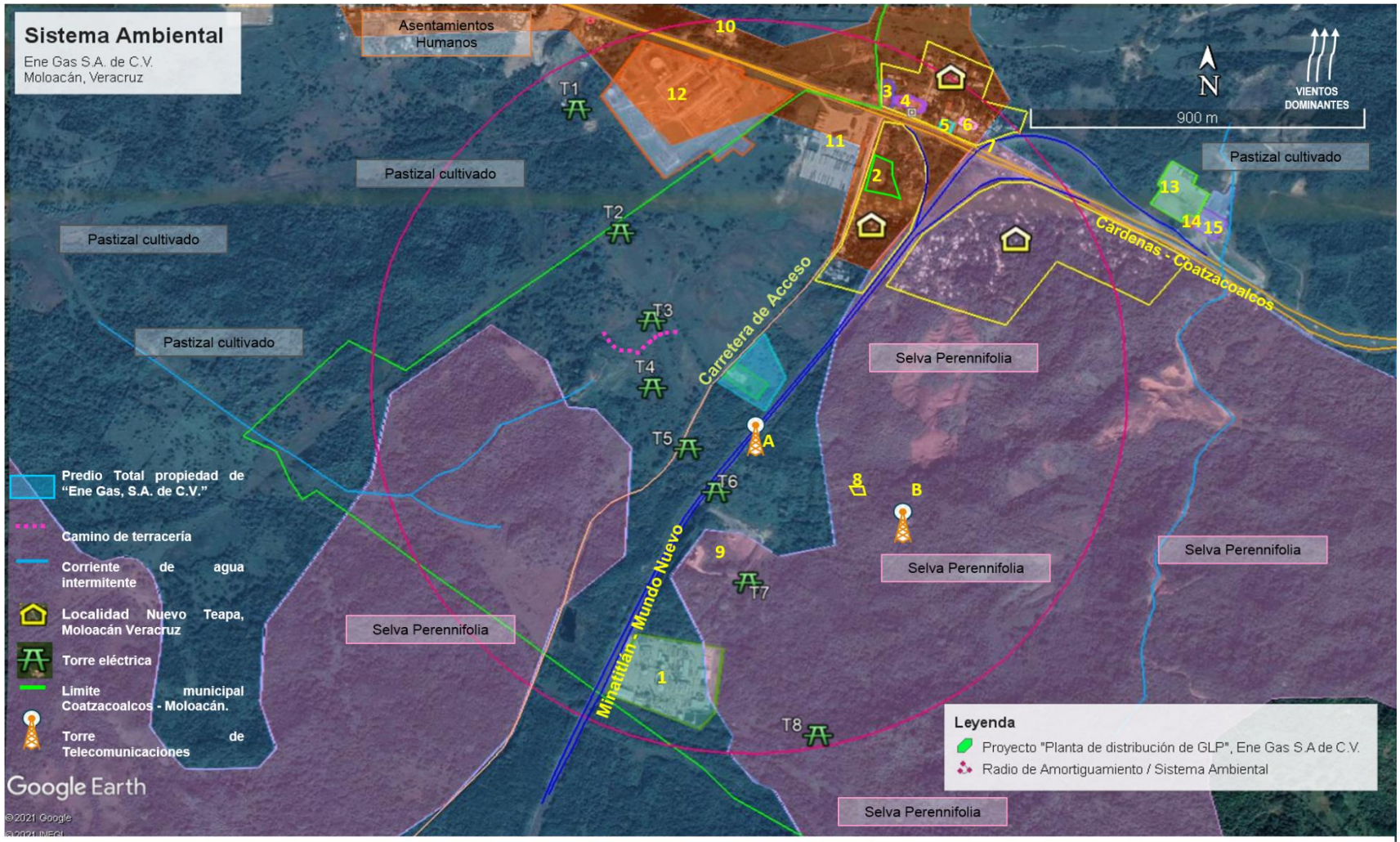


Figura V.10. índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



1. Praxair S.A de C.V., **2.** Escuela Telesecundaria clave 30DT., **3.** Iglesia "Nuestra Señora De Guadalupe", **4.** Primaria "J. Jesús Ibarra", **5.** Campo de Fútbol Nuevo Teapa, **6.** Iglesia "Nuevo Teapa", **7.** Ferretería "El Justo", **8.** Ranchería el Reboso, **9.** Actividad sin registrar 1, **10.** Actividad sin registrar 2, **11.** Estación de servicio y paradero "Grupo 7 Nadadores", **12.** Estación de bombeo (PEMEX), **13.**Lavado QCD terminales, **14.** Oxxo Moloacan, **15.** Estación de Servicio Sujuxi.

Figura V.11. Sistema Ambiental delimitado para el proyecto

TIPO DE CLIMA

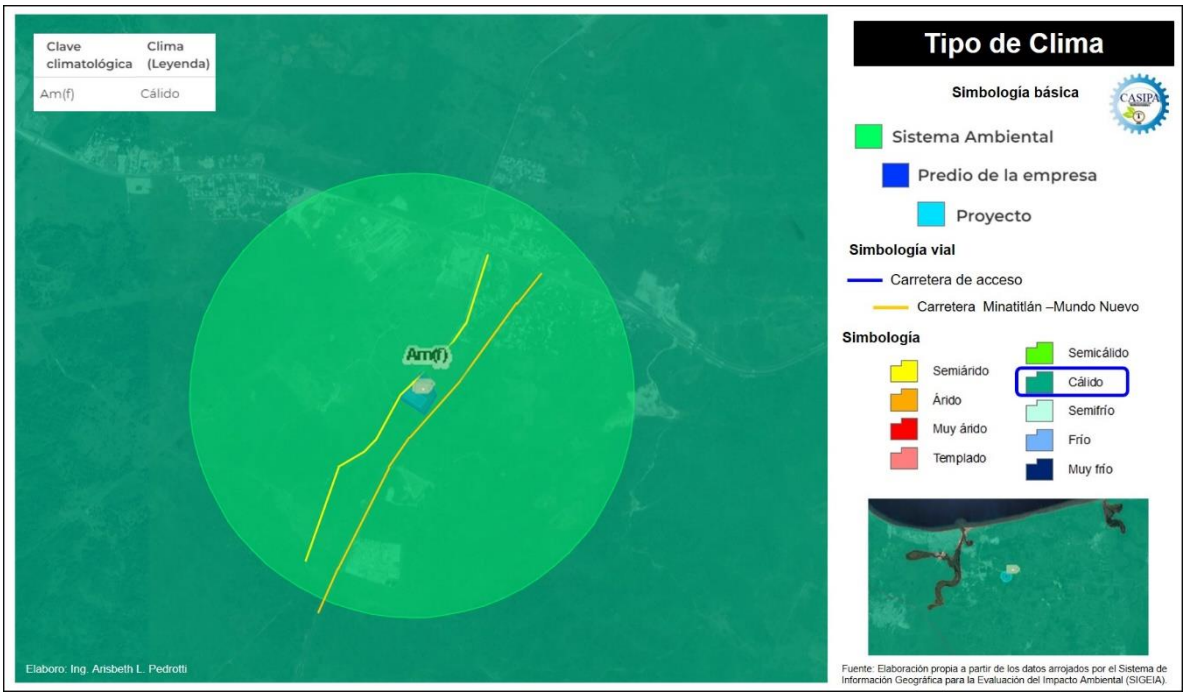
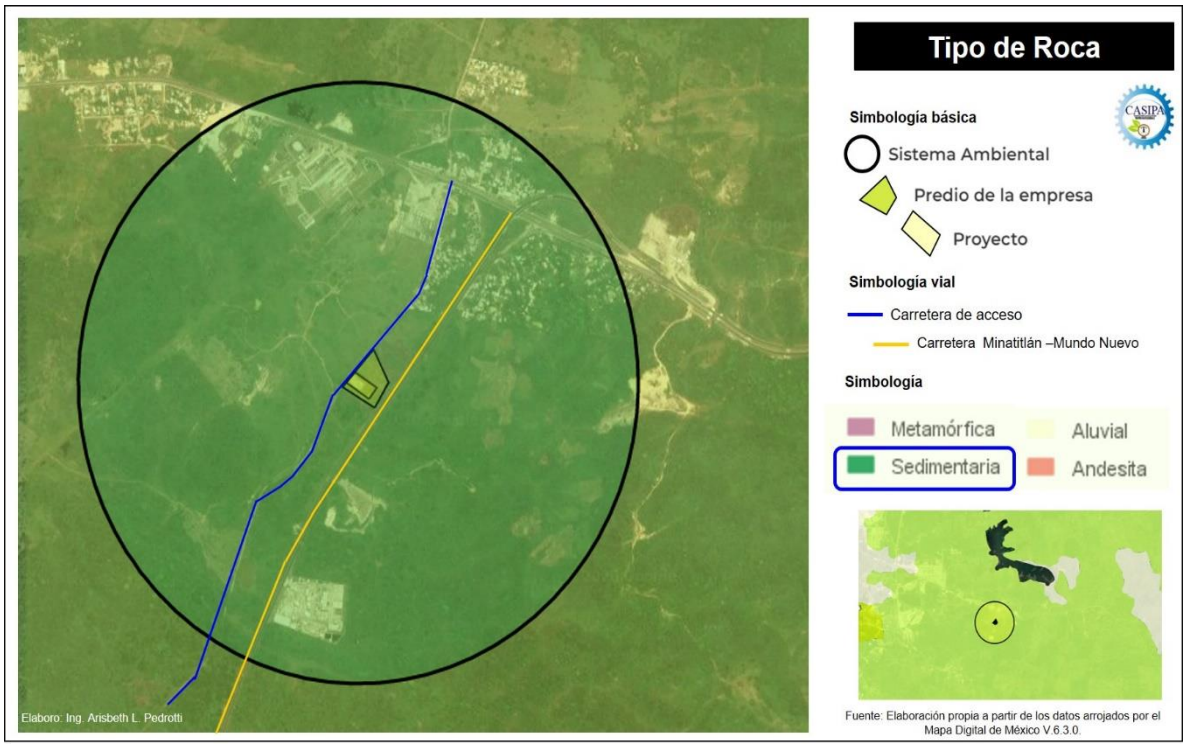


Figura V.12. Clima presente en el Sistema Ambiental



GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Figura V.13. Geología (tipo de roca) Sistema Ambiental.

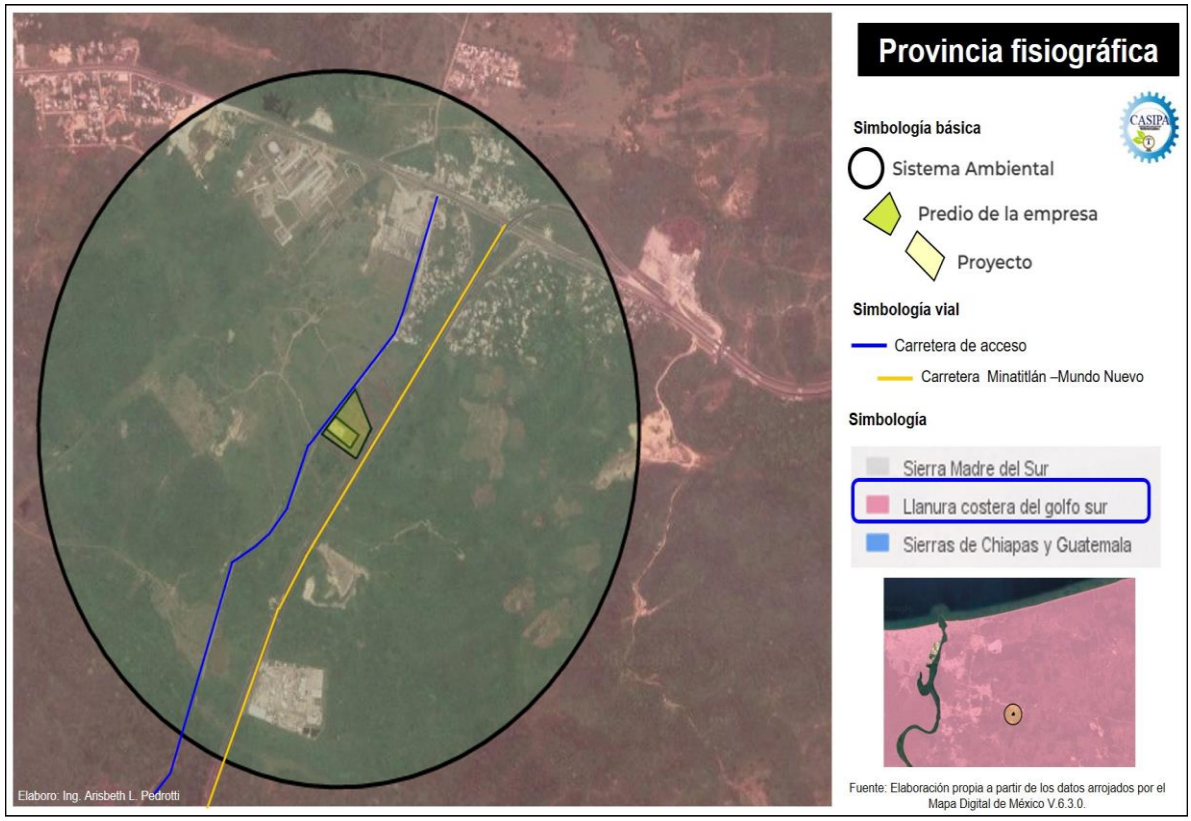


Figura V.14. Provincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

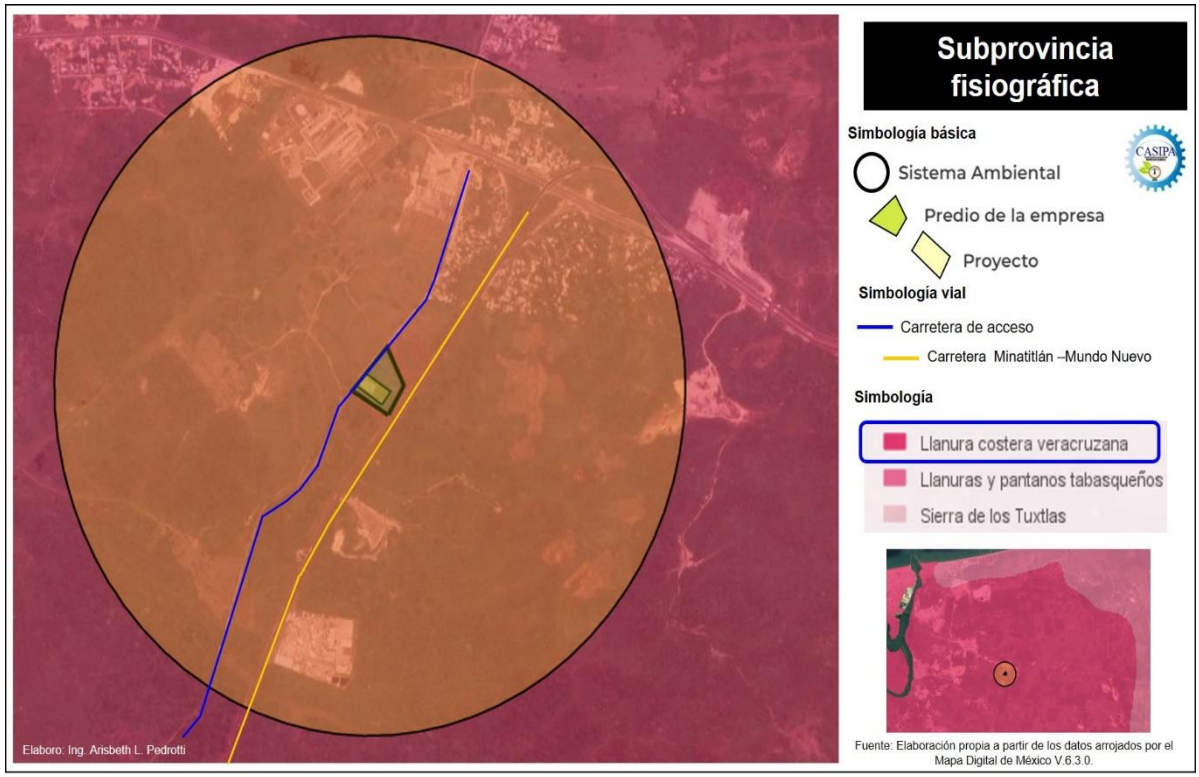


Figura V.15. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

Figura V.16 Sistema de topoformas en el Sistema Ambiental.

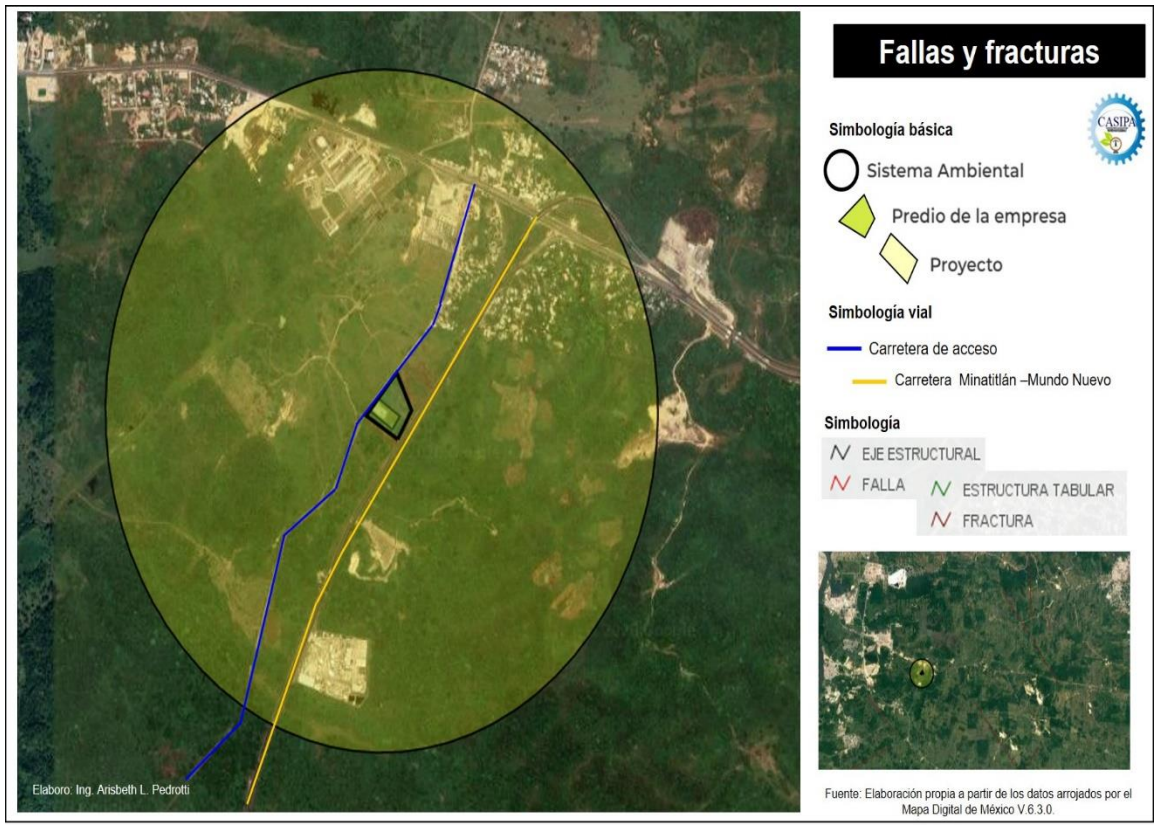


Figura V.17. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental.

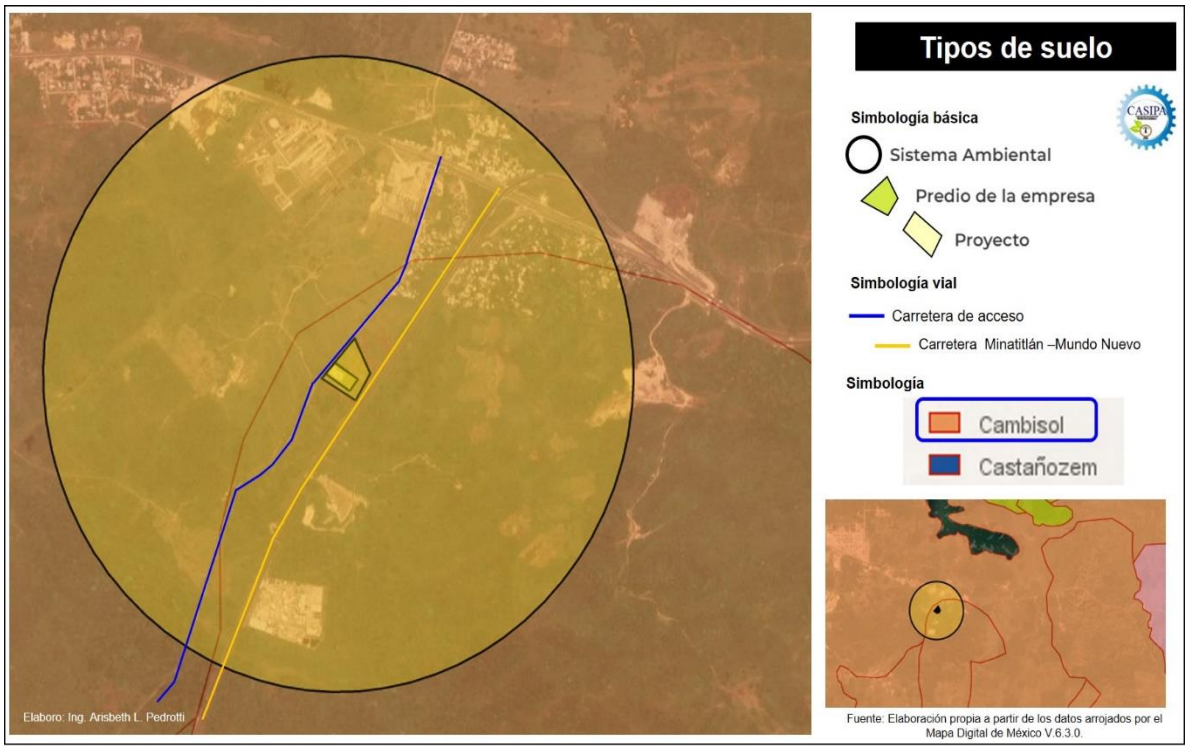


Figura V. 181 Tipo de suelo en el Sistema Ambiental.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Figura V.19. Región hidrológica en el Sistema Ambiental.

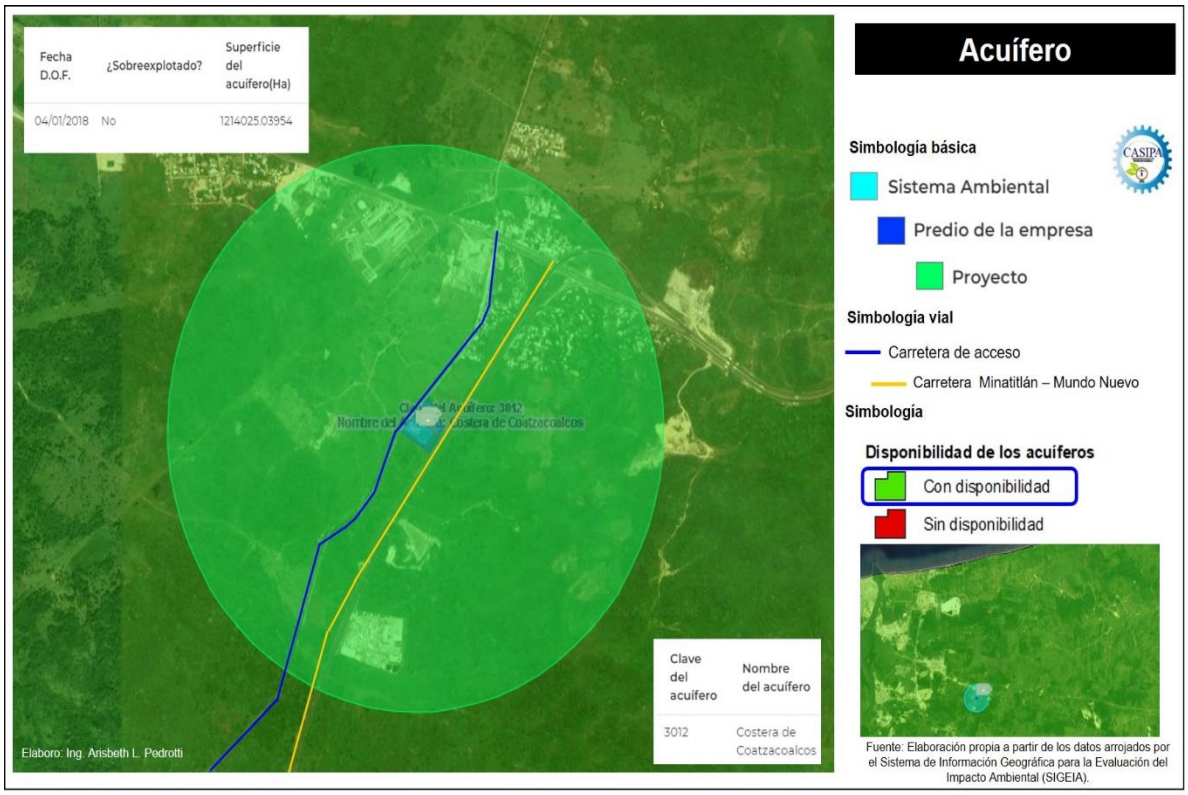


Figura V.20. Acuífero correspondiente al Sistema Ambiental

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

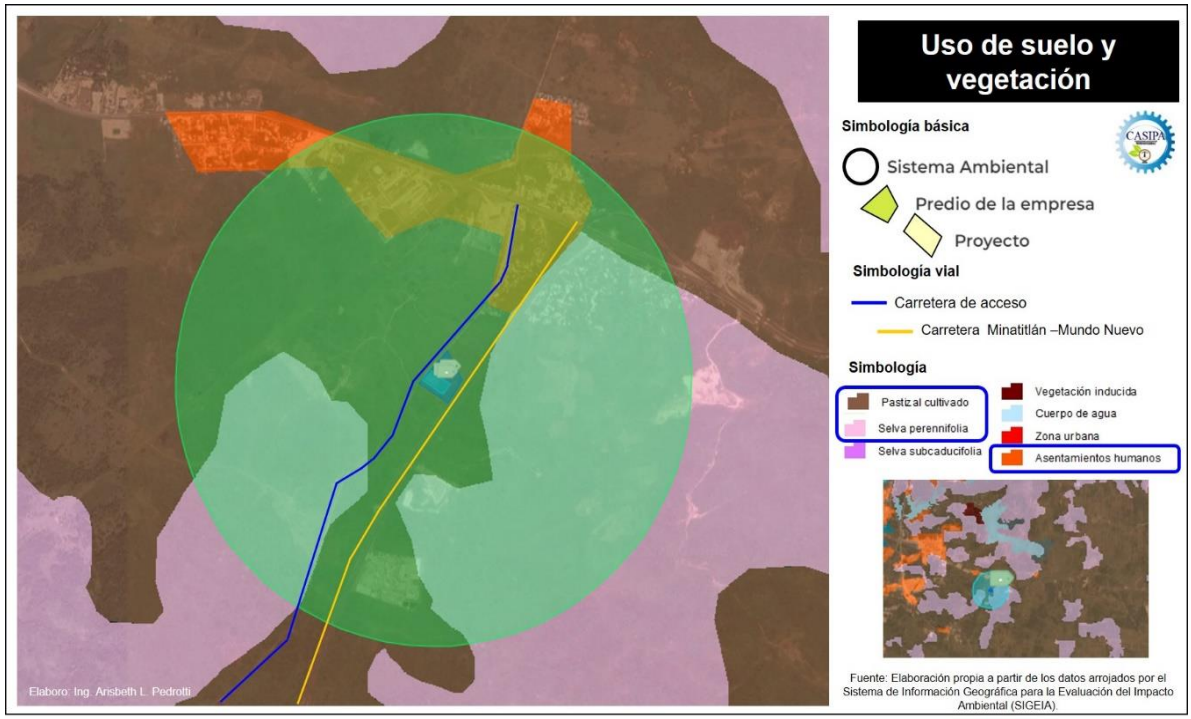


Figura V.21. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. INEGI,2017.

PAISAJE

Figura V.22. Visibilidad del proyecto.

Figura V.23. Calidad visual del proyecto

V.1.2 Fotografías

COLINDANCIAS INMEDIATAS DE LAS INSTALACIONES

COLINDANCIAS NOROESTE

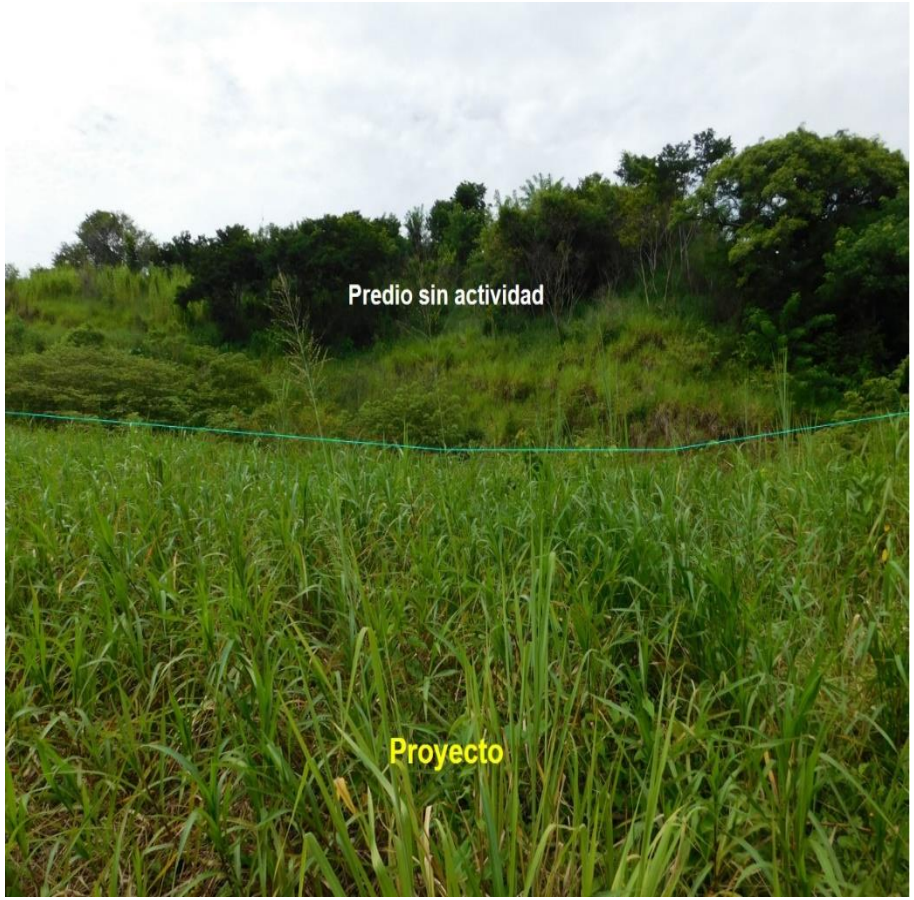
Carretera de acceso, a la cual se ingresa por la carretera Coatzacoalcos – Cárdenas.

Terreno propiedad de la empresa ENE GAS, S.A. DE C.V., sin actividades.

En la fotografía de la izquierda la carretera de acceso te dirige hacia la localidad Nuevo Teapa, mientras que la fotografía 2 muestra el predio sin actividad.

COLINDANCIAS SURESTE

Terreno propiedad de la empresa
ENE GAS, S.A. DE C.V., sin actividades,
Posteriormente se encuentra la Carretera
Minatitlán–Mundo Nuevo.

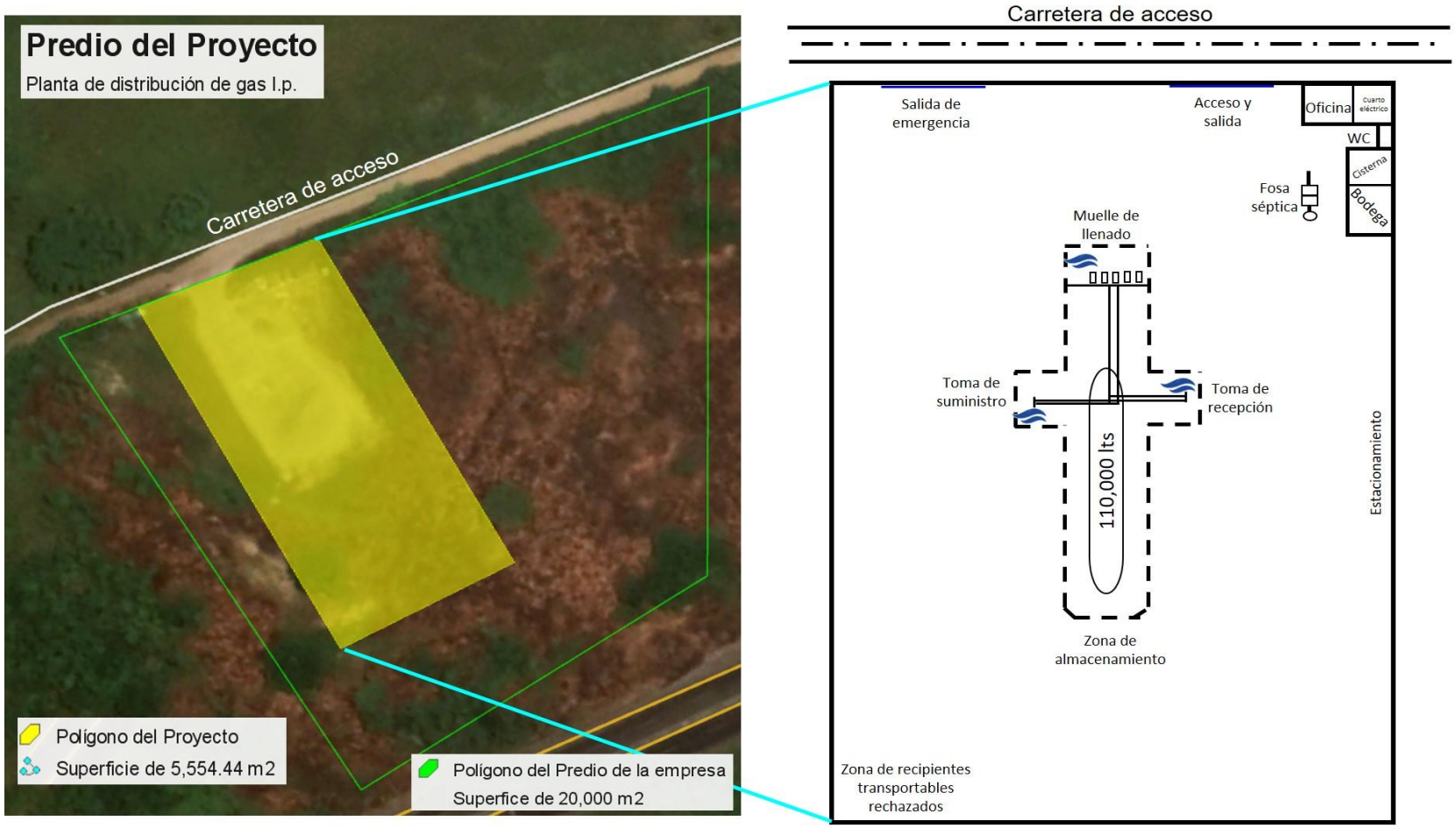


Terreno propiedad de la empresa
ENE GAS, S.A. DE C.V., sin actividades.

COLINDANCIAS INMEDIATAS AL PREDIO TOTAL DE LA EMPRESA

En ninguna de las colindancias del predio total de la empresa se desarrollan actividades que pongan en peligro las actividades normales de la futura Planta de distribución.

FUTURAS ÁREAS DENTRO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.



Las instalaciones contarán con áreas operativas (muelle de llenado, toma de recepción y suministro), áreas administrativas (sanitario, oficina, bodega) y con áreas de apoyo (cisterna, fosa séptica y zona de recipientes transportables rechazados, estacionamiento).

INTERIOR ACTUAL DEL PREDIO ARRENDADO POR LA EMPRESA

Debido a las condiciones actuales del predio se realizarán los trabajos de retiro de la vegetación arbustiva, hierba y maleza mediante machete para dejarlo en condiciones adecuadas para proceder con el trazo de las áreas contempladas en el plano civil.

Dichas actividades de retiro de maleza serán menores, debido a que aproximadamente 2,000 m^2 se encuentras asfaltados y sin vegetación herbácea abundante.

FLORA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

De acuerdo al recorrido en el área del Proyecto se registraron mediante observaciones directas estas especies de flora.

Guarumo

Cecropia sp

Guajito

Chamaecrista nictitans

Es importante mencionar que de las especies de flora reportadas para el área del Proyecto ninguna se encuentra bajo algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FLORA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

Hoja elegante

Xanthosoma robustum

Cojón de gato

Tabernaemontana alba

Acahual Blanco

Bidens pilosa

Acahual amarillo

Melampodium divaricatum

Camote Morado

Ipomoea batatas

Tepeguaje Dormilón

Leucaena leucocephala

FLORA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

Dormilona

Mimosa pudica var. unijuga

Zarza negra

Mimosa pigra

Capulín

Muntingia calabura

Calavera

Ludwigia octovalvis

Pasto borrego

Chloris barbata Sw

Cantillo

Commelina erecta

FAUNA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

La fauna identificada dentro del predio del Proyecto, se realizó por medio de observaciones directas, arrojando lo siguiente:

Garrapatero Pijuy

Crotophaga sulcirostris

Chachalaca

Ortalis vetula

Tirano

Tyrannus sp

Aguililla Caminera

Rupornis magnirostris

Zopilote Aura

Cathartes aura

Tirano Pirirí

Tyrannus melancholicus

Ninguna de las especies está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.2 OTROS ANEXOS

ANEXOS DE LA GUIA DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

- ANEXO1.
  Flujograma de análisis de riesgos para el sector hidrocarburos.
- ANEXO 2.
  Datos de especificación de escenarios.
- ANEXO 3.
  Representación en planos de los radios potenciales de afectación.
- ANEXO 4.
  Informe Técnico

DOCUMENTOS LEGALES

1. Acta constitutiva de "ENE GAS, S.A. DE C.V." No. 52,466, Volumen DCCXXVI Septingentesimo vigésimo sexto, expedida por el notario público Lic. Gonzalo Humberto Medina Pereznieto en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco el 26 de agosto de 2019.
2. Inscripción al registro federal de contribuyentes "ENE Gas, S.A. de C.V." EGA190812MN9
3. Identificación oficial del Administrador único el Lic. José Alberto Núñez Desales.
4. Contrato de arrendamiento que celebran Vanessa Fonseca Estrada "el arrendador" y "ENE GAS, S.A. de C.V." representado por el administrador único el Lic. José Alberto Núñez Desales "el arrendatario". Fechado el 14 de febrero del 2020, en Ciudad y Puerto, de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

AUTORIZACIONES Y PERMISOS

1. Licencia de Uso de Suelo Comercial. no. de oficio D.O.P./S.D.U./218/2020, emitida por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Moloacán, Veracruz el 9 de diciembre de 2020

DICTAMENES TÉCNICOS

1. Dictamen técnico folio 12683/20 BA de conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. De Registro UVSELP 124-A. Fechado el 01 de junio de 2020.
2. Dictamen de verificación de planos y memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto eléctrico, de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012. Emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas VERIELEC, S.A. de C.V. Ing. Humberto E. Gonzales Ortiz, No. De Registro UVSEIE 474-A. Fechado el 01 de junio de 2020.

MEMORIAS TÉCNICAS

- Memoria técnico descriptiva de la sección civil.
- Memoria técnico descriptiva de la sección mecánica.
- Memoria técnico descriptiva de la sección eléctrica.
- Memoria técnico descriptiva de la sección contra incendio.

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020.

PLANOS

- ⇨ Planométrico
- ⇨ Plano civil A
- ⇨ Plano civil B
- ⇨ Plano mecánico
- ⇨ Plano eléctrico A
- ⇨ Plano eléctrico B
- ⇨ Plano sistema contra incendio

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020.