



Diesgas, S.A. de C.V.

Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana,
tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto,
Estado de Guanajuato

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO I

**Escenarios de los Riesgos Ambientales Relacionados
con el Proyecto**

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

I.1. BASES DE DISEÑO.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Diesgas, S.A. de C.V.** está ubicada en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato.

La empresa adquirió el título del permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. No. **AD-GTO-027-N/99** emitido por la Secretaría de Energía con fecha de 08 de diciembre de 1999, donde se señala que al proyecto de la planta se le autorizaba una capacidad de almacenamiento de 93,000 litros de agua al 100% distribuidos en un solo tanque. Además que dicho proyecto cumplía con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996 Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación;** de acuerdo al dictamen UVMG085SI-A emitido por la unidad de verificación Ing. Jesús Alberto Miranda Verdugo.

Posteriormente, la empresa inició operaciones en el año de 2000, bajo la razón social Diesgas, S.A. de C.V. de acuerdo al oficio **312.-05-F-3825/00** emitido por la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, Subsecretaría de Operación Energética de la Secretaría de Energía.

Actualmente cuenta con la licencia de uso de suelo correspondiente al año 2009-2012 donde se autoriza la ubicación de la planta de distribución de gas l.p. de acuerdo a lo establecido en el plan de ordenamiento territorial para el centro de población de Apaseo el Alto, Guanajuato.

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

Colindancia	Distancia aproximada (m)
• Al Norte camino de usos y costumbres a Marroquín	61.82
• Al Sur Terreno baldío propiedad de propiedades urbanas del Pacífico, S.A. de C.V.	53.82
• Al Este Terreno baldío propiedad de Propiedades Urbanas del Pacífico, S.A. de C.V.	52.85
• Al Oeste Terreno baldío propiedad de Propiedades Urbanas del Pacífico, S.A. de C.V.	52.85



Figura I.1. Ubicación del proyecto.

Otro factor considerado para la instalación de la planta de distribución fue que el predio no se ubica total o parcialmente de un Área Natural Protegida (ANP) de competencia estatal o federal que pudiera ser afectada por las actividades de la planta. De acuerdo al mapa de áreas naturales protegidas proporcionado por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato, el área natural protegida más cercana es el cerro de Santa rosa y Jocoque ubicado a más de 14 km al noroeste de la planta de distribución de gas l.p.

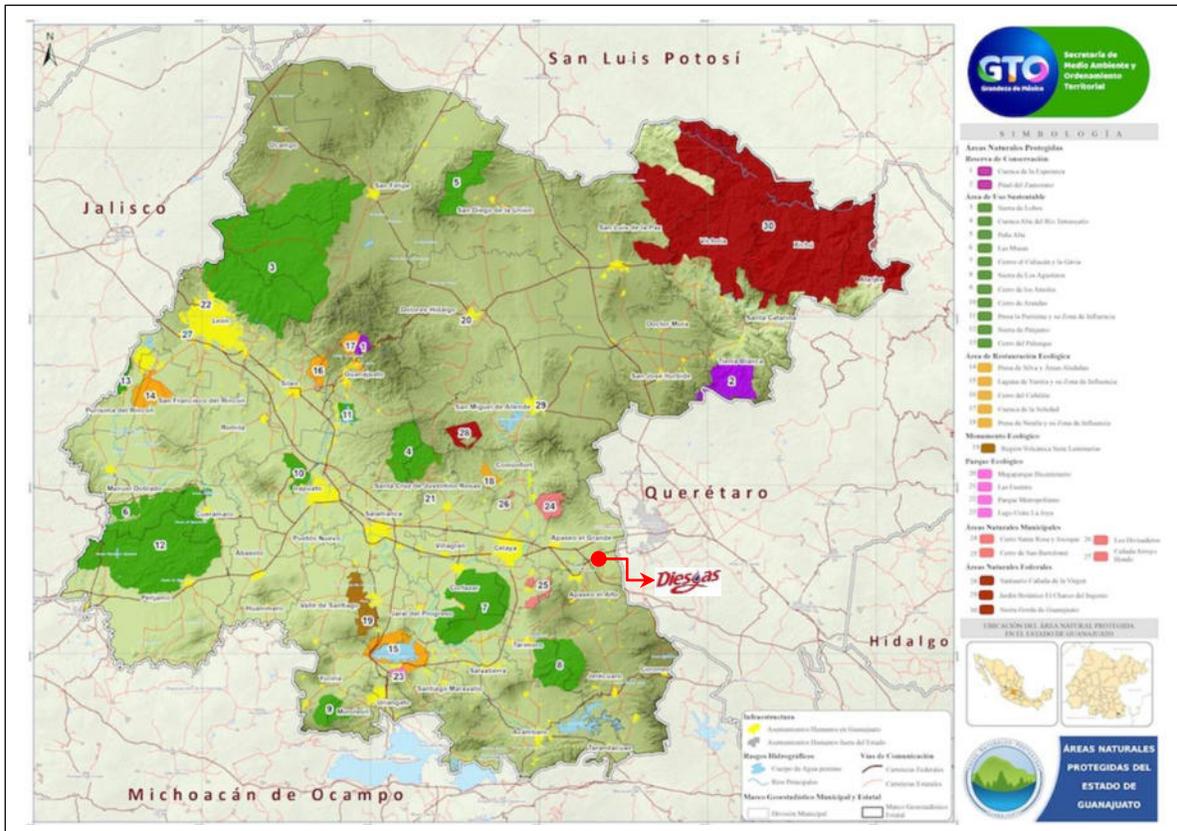


Figura I.2 Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato.

Fuente: INANPEG, 2016.

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

Riesgo por sismicidad

La planta de distribución de gas l.p. se localiza dentro de la Zona B de la regionalización sísmica de la CFE (2015). La cual se caracteriza por ser una región intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (SGM, 2017). Cabe mencionar que los registros históricos no evidencian afectaciones por sismos en el municipio de Apaseo El Alto.



Figura I.3 Regionalización Sísmica.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos .Regionalización sísmica (CFE, 2015).

Riesgo por susceptibilidad de laderas y fallas

A pesar de que el sitio donde se ubica la planta de distribución de gas l.p. se encuentra dentro de un sistema de Topoformas de Lomerío, este sitio no es susceptible de inestabilidad de laderas. Al momento no se tienen registros ni evidencias de deslizamientos en el sitio. Asimismo, no se encuentran fallas geológicas.

Riesgo por inundación

La planta de distribución de gas l.p. se encuentra sobre una zona vulnerable a inundación, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

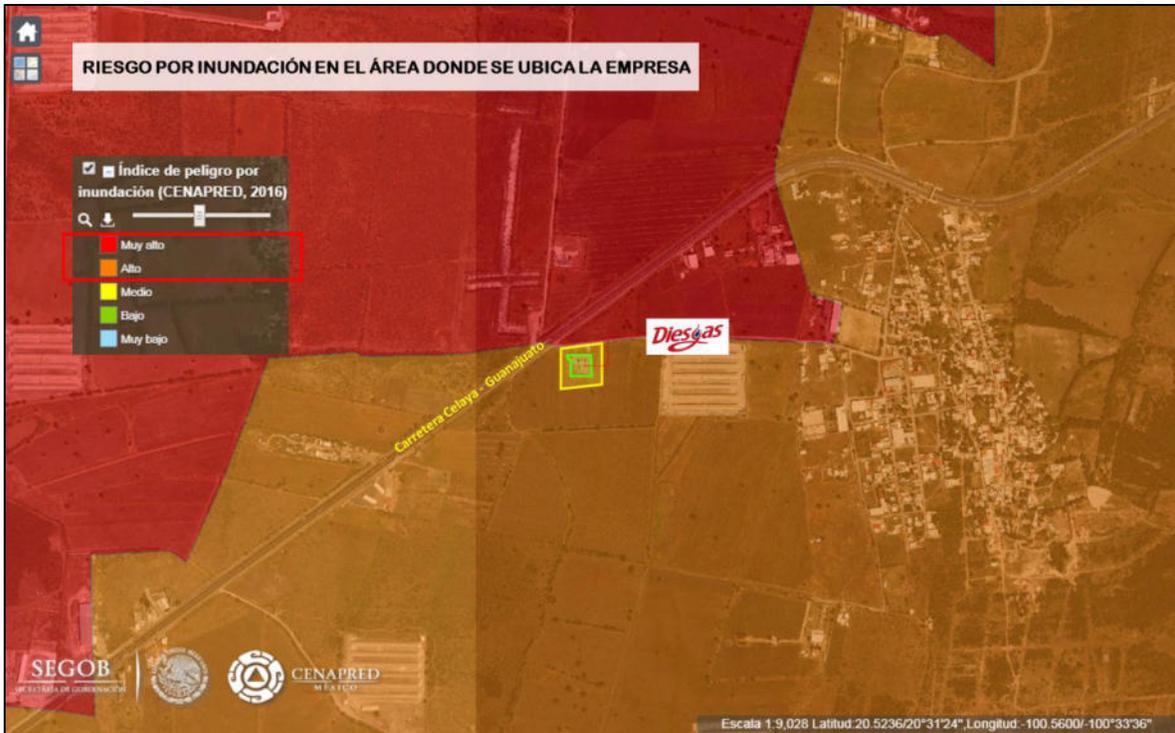


Figura. I.4 Riesgo por inundación.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Índice de peligro por inundación (CENAPRED, 2016).

Riesgo por tormenta eléctrica

De acuerdo a la Estación Meteorológica 00011105 denominada AMECHE (Normales Climatológicas, CNA) en el área donde se ubica la planta de distribución de gas l.p. se han registrado tormentas eléctricas entre los años 1951-2010, mismas que representan un riesgo medio para las actividades de la planta.



Figura. I.5 Riesgo por tormenta eléctrica.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Tormentas eléctricas (CENAPRED, 2016).

Riesgo por sequía

El área donde se ubica la planta de distribución de gas l.p., es un sitio intermedio donde se presenta riesgo de sequía Medio y Alto de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos. Las localidades que presentan problemas de escasez de agua potable debido a la ausencia de lluvias (Atlas Municipal de Riesgos Apaseo el Alto).

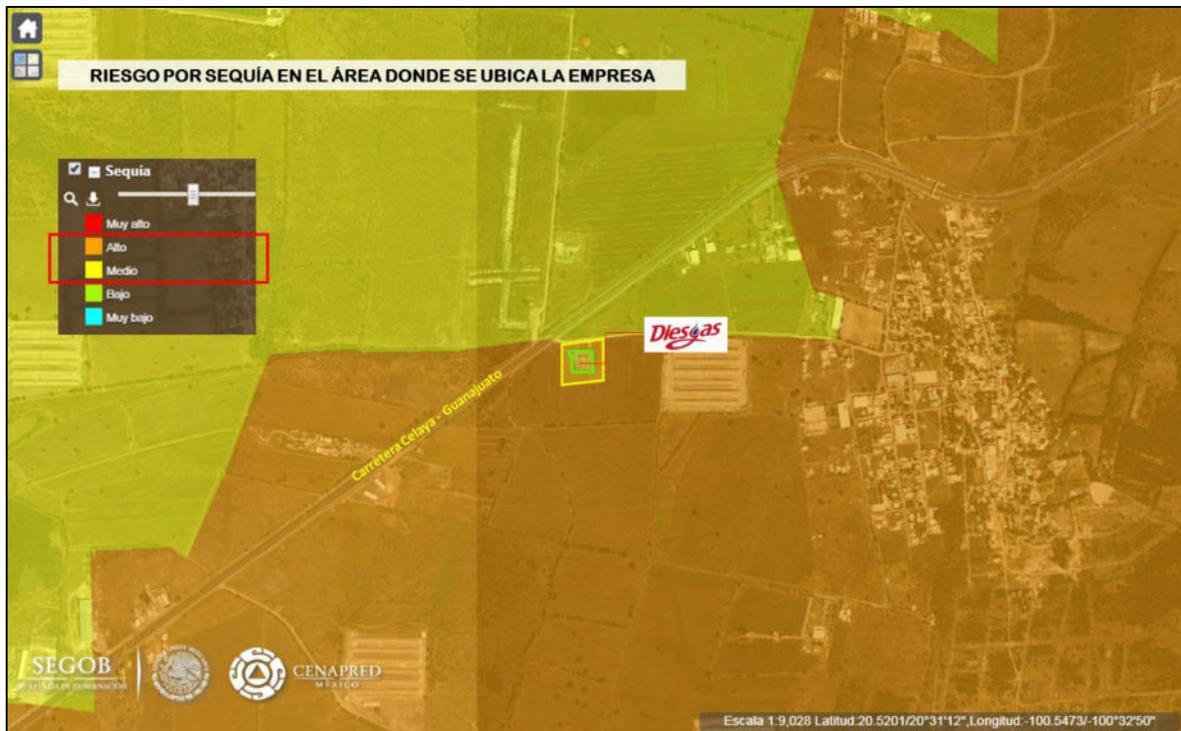


Figura. I.6 Riesgo por sequía.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Sequía (CENAPRED, 2016).

Otros riesgos

Cabe mencionar que en colindancia Norte a más de 170 m posterior al límite del predio se localiza una subestación eléctrica, a más de 500 m al suroeste se ubica una estación de servicio, asimismo, en las colindancias Norte, Sur, Este y Oeste se ubican granjas avícolas, mismas que pueden generar por sus desechos proliferación de malos olores y una alta proliferación de fauna nociva para la salud humana.

Diesgas, S.A. de C.V. pretende realizar las siguientes modificaciones en la estructura de la planta:

- Incremento de la capacidad de almacenamiento colocando un segundo tanque de 150,000 litros de agua al 100%
- Modificación en trayectoria y diámetros de tubería para interconectar los dos tanques de almacenamiento.
- Modificación al sistema contra incendios para colocar el anillo aspersor al segundo tanque de almacenamiento.
- Construcción de una cisterna de 50,000 litros, el cual se ubicará junto a la cisterna de 41,000 litros.
- Reubicación de la malla ciclónica en un costado del predio.

Por lo tanto, se cuenta con el dictamen técnico **No. DG-1318** en el cual se dictamina que los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio del aumento de capacidad en la planta de distribución de gas l.p. cumple con los requisitos técnicos mínimos de seguridad establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación**, publicada en el DOF, el 22 de octubre de 2014.

En conclusión, las bases de diseño y construcción de la Planta de Distribución de GLP se apegaron a los lineamientos que señalaba el Reglamento de distribución de Gas Licuado de Petróleo; la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; así como a lo aplicable y vigente de los aspectos normativos del año de 2000, cuando inició operaciones la planta de distribución de GLP, lo cual correspondía a dar cumplimiento a la **NOM-001-SEDG-1996** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de Septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación.

Actualmente, en virtud en la normatividad que rige las actividades de la planta **Diesgas, S.A. de C.V.**, las instalaciones cuentan con un dictamen técnico **No. DG-13-18** emitido el 12 de Julio del 2018 por la Verificación en Materia de Gas L.P., con número de registro **UVSELP 191-C** donde señala que la planta de distribución de GLP propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación**, publicada el 22 de Octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

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

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

VINCULACIÓN:

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.

Las especificaciones de diseño y construcción de la planta están apegadas lo establecido en la sección 4 de esta Norma. De acuerdo al dictamen técnico No. DG-13-18 emitido por la Unidad de Verificación en Gas L.P. UVESELP 191C el 12 de Julio de 2018 donde se determina que el proyecto de modificación técnica por el aumento de capacidad a 243,000 litros cumple en su totalidad con los requisitos de la NOM-001-SESH-2014.

Al presente estudio se integran los planos y memorias técnico descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del **Dictamen de Conformidad** emitido por la Unidad de verificación aprobada en la **NOM-001-SESH-2014** y **NOM-001-SEDE-2012** Instalaciones eléctricas (utilización).

En lo que respecta a la operación de la Planta de Distribución de GLP deberá apegarse a lo establecido en la sección 5 de la mencionada norma.

5. Especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la planta de distribución.

Las especificaciones de seguridad en la operación de la planta deben apegarse a lo establecido en la sección 5 de esta Norma, integrando planos y memorias técnico descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del

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

Durante la operación debe:

- Mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación: Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, cesión de derechos o cambio de razón social (en su caso), historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en el caso de que la planta tenga más de este tiempo en operación, planos y memorias actualizados, autorización de la DGGLP por la modificación al diseño básico de la instalación (en su caso), certificado de fabricación de los recipientes o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a **NOM-013-SEDE-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 anexan copias de dictamen técnico No. DG-13-18, el reporte técnico tipo No. DV12-2014-UVSEIE 342-A/000171.

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.

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

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

incendio y alumbrado en zona de almacenamiento instalada, corresponda a la carga eléctrica reportada.

Se anexan copias de dictamen eléctrico No. DV12-2014-UVSEIE342-A/000171 en la sección de anexos.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

Actualmente en la planta de distribución de gas l.p. cuenta con un tanque con capacidad de 93,000 litros de agua al 100%, sin embargo la empresa pretende la instalación de un segundo tanque con capacidad de 150,000 litros de agua al 100%. Por lo tanto se 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 deben ser del tipo intemperie con una presión mínima de diseño de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²), 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/cm²) y cumplir en su fabricación con las demás especificaciones descritas en la sección 5.0 y 7.0 de esta Norma.
- El recipiente debe llevar colocada en un lugar visible una placa descriptiva metálica soldada en todo su perímetro, con caracteres grabados claramente en relieve e indelebles, especificando el tipo de recipiente conforme a la sección 4 de esta norma, y que ostente al menos los datos conforme al numeral **9.1.1**. Se permite el estampado en alto o bajo relieve en cualquier sección del recipiente, siempre y cuando se conserve el espesor de pared mínimo.
- La planta deberá contar con el Certificado de Conformidad documento mediante el cual se hace constar que el recipiente nuevo cumple con la totalidad de las especificaciones establecidas en esta norma.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

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

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

Se anexan copias de los dictámenes técnicos MX-205-15 y MX-362T-18 de conformidad con la norma NOM-013-SEDG-2002 en la sección de anexos.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

La planta debe:

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

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

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L. P. en la planta son de acero al carbón A/SA-106B cédula 80 sin costura. Las tuberías están unidas por conexiones roscadas de fundición maleable, para una presión máxima de trabajo de 140 kg/cm². Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en esta norma. El sellador utilizado en las uniones roscadas está compuesto a base de materiales que, de acuerdo a la hoja técnica del fabricante, son resistentes a la acción del Gas L.P.

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

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

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

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

NOM-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-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo

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

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

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

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

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

NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad para la

realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

De igual manera es menester para “**Diesgas, S.A. de C.V.**” tener en cuenta las disposiciones:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

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

Vinculación: En la planta de distribución de gas l.p. se tiene una fosa séptica localizada en el lindero Norte, para disponer de sus aguas residuales generadas por las actividades normales.

La fosa séptica se compone de un área de registro de lodos y un pozo de absorción, que sirven como sistema de filtración de sedimentos del agua que se filtrará lentamente al terreno.

Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral en base al programa de mantenimiento de la empresa, además de realizar análisis de las aguas residuales para asegurar que los niveles de contaminantes generados se encuentren por debajo de lo establecido en esta norma.

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

Durante la etapa de operación de los equipos de trasiego se emitirán sonidos que de rebasar los límites establecidos pueden provocar contaminación auditiva. Aunque en los alrededores de la planta no hay centros poblaciones que puedan ser afectados, la empresa debe cumplir con los horarios laborales determinados en la Norma.

En materia de residuos peligrosos:

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

Vinculación: En las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P., propiedad de Diesgas, S.A. de C.V., no se generan residuos peligrosos, puesto que no cuenta con áreas productoras de éste tipo de residuos; como taller mecánico y taller de mantenimiento de recipientes transportables.

Cabe señalar que el mantenimiento que se da a las instalaciones de la planta, en el cual se generan natas y costras de pintura principalmente, es proporcionado por empresa externa, misma que se encarga de su almacén y destino final. Asimismo, las unidades repartidoras se dan mantenimiento en talleres del municipio.

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.

Vinculación: La instalación de la planta de distribución de Gas L.P., propiedad de Diesgas, S.A. de C.V., se instaló en un sitio con vocación de uso de suelo de *agricultura de temporal* de acuerdo a la carta temática del INEGI (2010).

Se realizó una visita al área donde se ubica la planta de distribución de gas l.p. donde se identificaron diferentes especies de flora y fauna. Es importante mencionar que los elementos florísticos identificados son de ornato, además junto a las especies de fauna avistada, no se encuentran en la presente norma.

Actualmente la empresa se encuentra en etapa operativa, donde sus actividades se resumen al trasiego de gas l.p., por lo que no se hace ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales que pueda poner en riesgo la biota del sitio.

Además con la finalidad de minimizar la pérdida de servicios ambientales la empresa cuenta con una superficie suficientemente amplia que ha destinado como área de amortiguamiento, donde únicamente se llevan a cabo maniobras para la entrada y salida de vehículos.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

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

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

CAPÍTULO II

Distribución de Competencias y Coordinación

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

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

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

CAP. V Evaluación del Impacto Ambiental

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

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

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

Previo al inicio de operaciones la planta contaba con la autorización **D.O.O.DGOEIA.-004536** en materia de Impacto y Riesgo Ambiental emitida el 07 de agosto del 2000 por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, donde se autorizaba la instalación de la planta de distribución de gas l.p.

Actualmente en la planta de distribución de gas l.p. propiedad de Diesgas, S.A. de C.V. se promueve el aumento capacidad de almacenamiento de GLP por lo tanto para dar cumplimiento con la normatividad antes mencionada se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental y el presente Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo ya que la empresa desarrolla actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de 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.

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

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

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

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

- I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país,
- II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para

reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas

IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Vinculación: En la planta de distribución de gas l.p. se tiene una fosa séptica localizada en el lindero Norte, para disponer de sus aguas residuales generadas por las actividades normales. Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral en base al programa de mantenimiento de la empresa.

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

I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Vinculación: La bomba auxiliar del sistema contra incendio funciona con gasolina por lo tanto este se debe almacenar adecuadamente y contar con su dique de contención para evitar un derrame del mismo y que este se infiltre al subsuelo.

La fosa séptica se compone de un área de registro de lodos y un pozo de absorción, que sirven como sistema de filtración de sedimentos del agua que se filtrará lentamente al terreno.

Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral en base al programa de mantenimiento de la empresa, además de realizar análisis de las aguas residuales para asegurar que los niveles de contaminantes generados se encuentren por debajo de lo establecido en esta norma.

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

establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

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

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

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

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

La empresa almacena gas l.p. en un recipiente especial con capacidad de 93,000 litros base agua, equivalentes a 55,039.26 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el gas l.p. una cantidad de 50,000 kg.

Al inicio de operaciones la planta contaba con la autorización **D.O.O.DGOEIA.-004536** en materia de Impacto y Riesgo Ambiental emitido el 07 de agosto del 2000 por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, donde se autoriza la instalación de la planta de distribución de gas l.p.

Posteriormente se realizó a actualización de la autorización en materia de riesgo ambiental conforme al oficio **No. DGGIMAR.710/001259** emitido el 28 de febrero del 2007 por la Dirección General de Gestión integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Así mismo se cuenta con el oficio **N° DGGIMAR.710/001945** emitido el 29 de Marzo del 2007 por la misma dependencia, donde se menciona que el programa para la prevención de accidentes cumple con suficiencia técnica.

El 31 de enero de 2017 se obtuvo el resolutivo **ASEA/UGSIVC/DGGC/1656/2017** emitido por la Dirección General de Gestión Comercial, correspondiente a la autorización en materia de Impacto Ambiental, ya que había fenecido la autorización anterior. Dando cumplimiento a los términos y condicionantes como se menciona en el oficio de presentación emitido el 17 de julio 2017 por el Ing. José Enrique Magaña López representante legal de la empresa **Diesgas, S.A. de C.V.**

Actualmente en la empresa promueve el aumento de capacidad de almacenamiento de GLP, el almacenamiento temporal del gas l.p. se llevaría a cabo en 2 recipientes especiales, uno con capacidad de 93,000 litros y otro de 150,000 litros cada uno, teniéndose una capacidad total de 243,000 litros base agua, equivalentes a 143,812.26 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el gas l.p. una cantidad de 50,000 kg.

Por lo tanto para dar cumplimiento con la normatividad antes mencionada se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental y el presente Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo.

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

Vinculación: En los alrededores de la planta en un radio mayor de 100 m, no existen asentamientos habitacionales, no obstante el proyecto técnico de planta de distribución de gas l.p., es supervisada por la UV en materia de gas l.p., y en particular para este apartado la empresa cuenta con un predio suficientemente amplio para garantizar la permanencia de una zona intermedia de salvaguardas. Además, la planta de distribución de gas l.p. cuenta con la licencia de uso de suelo por parte de la presidencia municipal de Apaseo El Alto, Guanajuato, donde se menciona que la zona corresponde a actividades comerciales y de servicios de intensidad baja.

LEY DE HIDROCARBUROS

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

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

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

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

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

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

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

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

Vinculación: El 8 de Diciembre de 1999 se le otorgó a la empresa Diesgas, S.A. de C.V. Título de Permiso de Distribución Mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. **No. AD-GTO-027-N/99** para la instalación de una planta de almacenamiento para

distribución de GLP con una capacidad de 93,000 litros al 100 % agua, distribuidos en un solo recipiente. Debido a cambios en las disposiciones el 16 de marzo del 2016 se emitió bajo la Comisión Reguladora de Energía la actualización del título de permiso el cual ahora se denomina **Núm. LP/14292/DIST/PLA/2016**.

Debido a que se realizará un aumento en la capacidad de almacenamiento es necesario notificar ante la Comisión Reguladora de Energía para realizar el respectivo cambio en el título de permiso.

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: La planta de distribución de gas l.p. propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** realiza actividades de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo. Al respecto se presenta la manifestación de impacto ambiental y el estudio de riesgo para su evaluación por parte de esta Agencia, quien será la dependencia encargada de su regulación y supervisión en todas sus etapas.

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

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.

TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 22-05-2015.

Fundamento y vinculación:

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

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

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

Vinculación: Durante las actividades de operación y mantenimiento de la Planta de distribución de GLP., se tiene la generación de residuos sólidos urbanos. Los residuos peligrosos se llegan a generar como resultado de las actividades de limpieza y mantenimiento de toda la instalación, sin embargo dichas actividades son realizadas por un contratista el cual se encarga de la disposición de los residuos peligrosos que llegue a generar.

Por lo que la empresa DIESGAS, S.A. de C .V., deberá de cumplir con lo establecido en esta Ley, para el control, manejo, almacenamiento y la disposición final de sus residuos sólidos urbanos y contratar los servicios de una empresa de mantenimiento que realice la adecuada gestión de los residuos peligrosos conforme a los artículos 40, 41, 42 y 45 de la Ley.

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

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

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

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

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

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La operación de la planta de distribución de GLP propiedad de la empresa **DIESGAS, S.A. DE C.V.** es propia del sector hidrocarburos, ésta pretende contar con una capacidad de almacenamiento temporal de GLP de 243,000 litros volumen agua al 100%, distribuida en dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, uno de 93,000 litros, ya instalado y otro de 150,000 litros agua al 100 % proyectado a instalarse por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a 143,812.26 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 las modificaciones de la planta de distribución de GLP a evaluación de impacto ambiental con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Asimismo se presenta el estudio de riesgo ambiental Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente para su evaluación, el cual contiene la información de las *fracciones I, II y III* del *Artículo 18*:

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

TEXTO VIGENTE.

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

Fundamento y vinculación:

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

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

El *Artículo 36* señala que los Permisarios 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 Permisarios cuyos Sistemas se encuentren interconectados formalicen protocolos de medición conjunta para cumplir con las responsabilidades señaladas.

La empresa DIEGAS, 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 Permisarios 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 Permisarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación.

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

Artículo 56. Los Permisarios 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: EL 16 de marzo del 2016 la Comisión Reguladora de Energía emitió la actualización del título de permiso con Núm. LP/14292/DIST/PLA/2016, el cual sólo considera que la capacidad de almacenamiento de la planta de distribución de gas l.p. es de 93,000 litros de agua al 100%, por lo tanto debido al aumento en la capacidad de almacenamiento es necesario notificar ante la Comisión Reguladora de Energía para realizar el respectivo cambio en el título de permiso, donde se considere el nuevo tanque de almacenamiento con capacidad de 150,000 litros de agua al 100%, obteniendo un total de 243,000 litros de agua al 100%.

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

Nuevo Reglamento publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006.

TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

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

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

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

Los residuos peligrosos que se llegan a generar dentro de las instalaciones de Diesgas, S.A. de C.V. corresponden a actividades de mantenimiento que realiza una empresa contratista la cual deberá de acatar los siguientes criterios:

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

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

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

Criterios técnicos:

- La localización del proyecto está cerca del pie de la carretera Celaya-Guanajuato, lo que facilita el traslado del combustible las poblaciones compromiso indicadas en el Título de permiso N° LP/14292/DIST/PLA/2016 (antes AD-GTO-027-N/99).
- No se localiza línea de alta tensión y conducción de hidrocarburos, aérea o subterránea en el predio arrendado.
- El sitio donde se localiza el proyecto cuenta con los servicios básicos necesarios para su funcionamiento adecuado como lo son: energía eléctrica, agua y vías de comunicación de material consolidado.
- Las instalaciones de la empresa dan cumplimiento de las distancias de seguridad requeridas en la NOM-001-SESH-2014, que indica que en un radio de 100 metros de la tangente de los tanques de almacenamiento no existan centros educativos, hospitalarios, de reunión y unidades habitacionales.
- Se cuenta con la aprobación de la autoridad municipal, al contar con permisos municipales como licencia de uso de suelo y catastro.

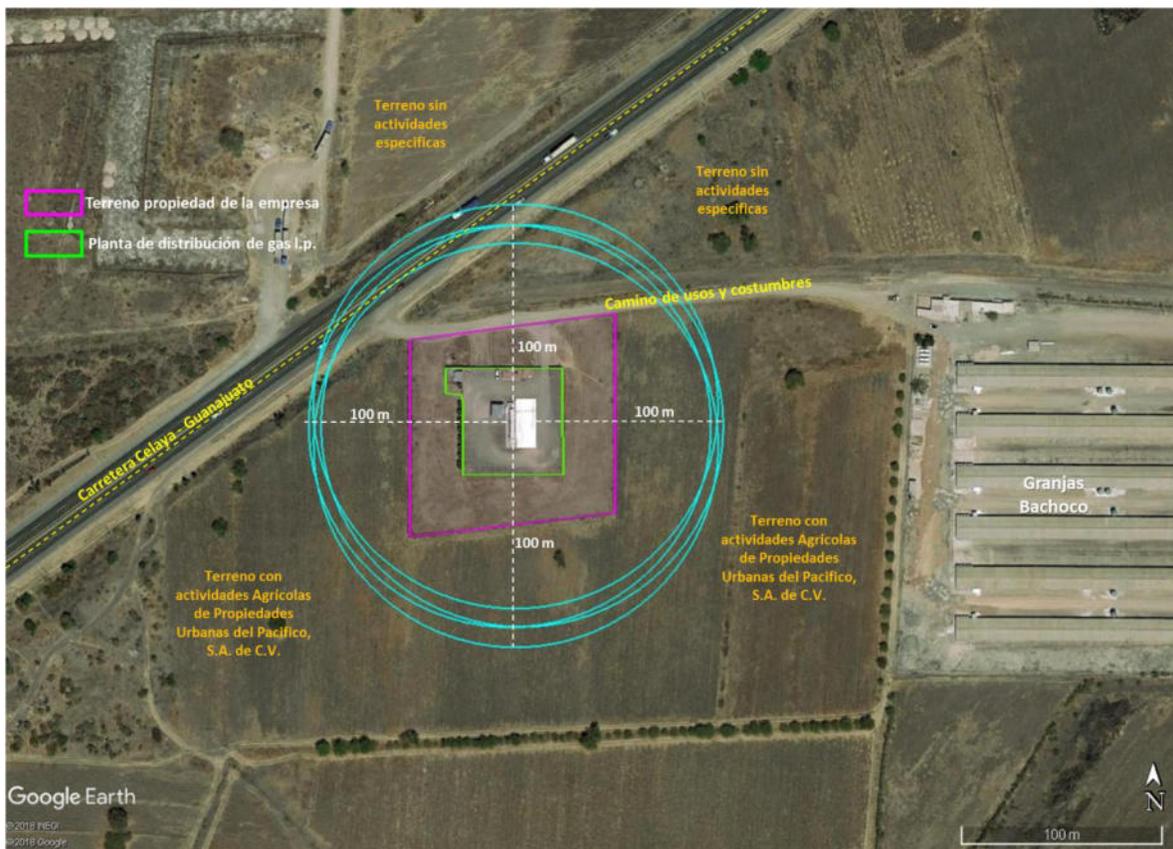


Figura I.7. Instalaciones presentes dentro de un radio de 100 m medidos desde la tangente de los recipientes de almacenamiento de GLP.

Criterios ambientales:

- El promovente contó con autorización en materia de impacto y riesgo ambiental N° D.O.O.DGOEIA.-004336 para la instalación del proyecto en el sitio actual.
- Actualmente se cuenta con autorización en materia de impacto ambiental VIGENTE N° ASEA/UGSIVC/DGGC/1656/2017 por la operación de la planta de distribución de Gas L.P., con una capacidad de almacenamiento de 93,000 L.
- El uso de suelo en el sitio del proyecto de acuerdo al PEDUOET Guanajuato y POER Laja Bajío, se ubica en sitio con política ecológica de *aprovechamiento sustentable*, la cual es acorde con las actividades de almacenamiento y distribución de Gas L.P., que actualmente se desarrollan en la instalación.
- El sitio del proyecto se encuentra en una zona exenta de zonas de hundimiento.
- El área del proyecto se localiza fuera de centros de población.
- La calidad paisajística del sitio del proyecto no se verá afectado por la realización del proyecto, ya que las actividades antropogénicas llevadas a cabo en las colindancias del predio son acordes al giro comercial de la instalación.

Criterios socioeconómicos:

- El pretendido aumento de la capacidad de almacenamiento de la planta de distribución de Gas L.P., responde a la demanda del combustible en la región.
- Con el mantenimiento de actividades operativas de la planta de distribución de Gas L.P., se mantendrá el aporte en la estabilidad de la economía regional, mediante el pago de impuestos al municipio, a la demanda de servicios a empresas proveedoras de mantenimiento, así como la generación y mantenimiento de fuentes de empleos.

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

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

La planta se encuentra ubicada en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto, Estado de Guanajuato. El predio donde se encuentra la planta cuenta con acceso consolidado que permite el tránsito seguro de vehículos

Urbanización.

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

Las zonas de circulación, zonas de protección a almacenamiento y trasiego están libres de cualquier material combustible.

Delimitación del predio.

La planta está ubicada en una zona no urbana y la distancia de la tangente del tanque de almacenamiento hacia el centro de la carretera federal es menor de 100 m, por lo tanto el costado que ve a esta se encuentra delimitado por una barda ciega de block hueco de concreto de 15x20x40 cm con una altura de 3.30 m, y los demás costados están delimitados con malla ciclónica con una altura de 2.20 m.

Sus linderos y colindancias son las siguientes:

- Al norte e 61.82 m con camino de usos y costumbres a Marroquín.
- Al sur en 53.82 m con terreno baldío propiedad de propiedades urbanas del pacífico, S.A. de C.V.
- Al este en 52.85 m con terreno baldío propiedad de propiedades urbanas del pacífico, S.A. de C.V.
- Al oeste en 52.85 m con terreno baldío propiedad de propiedades urbanas del pacífico, S.A. de C.V.

Accesos

Esta planta cuenta con dos accesos de amplitud suficiente para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas de tal manera que sus movimientos no resulten entorpecidos, las puertas están elaboradas a base de lámina, ya que la distancia de la tangente del tanque almacenamiento hacia el centro de la carretera no excede los 100 m.

Cuenta con claros de 8.03 m y se tiene una salida de emergencias para personal y vehículos indicada mediante un letrero correspondiente. La puerta para personas es parte integral de las puertas para vehículos.

Las zonas de circulación cuentan con terminación superficial consolidada de gravilla y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos. Las zonas de circulación, zonas de protección a almacenamiento y trasiego están libres de cualquier material combustible.

Edificios.

Sobre el lindero norte se encuentra tanto el acceso a la planta, así como también las oficinas, baños, un pequeño almacén y el cuarto eléctrico. Estas edificaciones son de materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.

Los servicios sanitarios son para el uso general del personal de la planta y constan de 1 W.C., 1 mingitorio, 1 lavamanos y una regadera, de acuerdo con las especificaciones de la norma que establecen como obligatorios un W.C., un lavabo y 1 mingitorio hasta (10) personas. Los pisos son impermeables y antiderrapantes, los muros serán de azulejo hasta una altura de 1.50 m para su fácil limpieza.

Las oficinas constan con una base estructural de concreto armado, así como tabique recocado aplanado con mortero y losa maciza, ventanas de aluminio y puertas a base de lámina metálica.

A un costado de los baños se cuenta con un pequeño almacén, construcción de tabique, piso de cemento, y techo de lámina.

Sobre el lindero norte a un costado de una de las puertas se encuentra el murete para el tablero eléctrico.

Por fuera del lindero oeste se encuentra la cisterna y el sistema de bombeo contra incendio. Actualmente se encuentra una cisterna con capacidad de 41,000 litros, conformada por concreto armado pero junto a esta se construirá otra cisterna con capacidad de 50,000 L, serán de uso exclusivo del sistema contra incendio.

Por no existir alcantarillado en esa zona, se cuenta con una fosa séptica para las aguas negras. Como tampoco hay red de distribución de agua del municipio en ese lugar, el agua de la planta se abastece por medio de pipa que descarga sobre un depósito para de ahí bombearla al tinaco.

Zona de almacenamiento.

La zona de almacenamiento tiene un área de 159.89 m² y cuenta con piso con terminación de concreto y con desnivel que permite desalojo del agua pluvial. El nivel de la zona de almacenamiento es de 0.20 m S.N.R.

Colocación de recipientes de almacenamiento

Entre la placa de apoyo y la base de sustentación se colocó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

Escaleras y pasarelas

Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local y placa de identificación del recipiente de almacenamiento, existe escalera individual fija.

Para el acceso a la parte superior del recipiente de almacenamiento se cuenta con escalera fija y permanente terminada en pasarela metálica.

Las escaleras y pasarelas están construidas con perfiles metálicos, tubulares y rejillas, siendo estos materiales incombustibles.

Nivel de domos

En esta planta se contará con 2 recipientes de almacenamiento, además sus zonas de líquido y vapor serán interconectadas, por ello se encuentran nivelados en sus domos con una tolerancia de $\pm 2\%$ del diámetro exterior del recipiente menor.

Zonas de protección contra impacto vehicular

Las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento, bombas, compresor, soportes de tomas de recepción, de suministro y tuberías están protegidos por medio de postes de concreto armado de 20 x 20 cm, espaciados a no más de 1.00 m entre caras interiores, enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT y con altura no menor de 60 cm sobre el NPT.

Los medios de protección están colocados en los costados de la zona que contienen los elementos a proteger que colinden con la zona de circulación de vehículos.

Los medios de protección están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

El piso del área de almacenamiento tiene terminación de concreto y cuenta con desnivel que permite el desalojo de aguas pluviales.

Estacionamientos.

En el lindero sureste se encuentra un espacio interior de la planta de distribución para vehículos utilitarios de la planta los cuales no están techados.

Los estacionamientos para auto-tanques están en el interior de la planta de distribución y están delimitados por cajones.

Los cajones están ubicados de manera que los vehículos que se coloquen en ellos permitan la salida de cualquier vehículo sin necesidad de mover otro.

Estas áreas de estacionamiento no obstruyen los accesos ni el funcionamiento del equipo contra incendio, del interruptor general eléctrico, de los accesos de la planta de distribución o de la salida de emergencia.

Se anexan Memoria Técnico Descriptiva y planos del Proyecto Civil a escala. Ver sección de anexos.

I.1.2. Proyecto mecánico.

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

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

- Se encuentran montados sobre bases de concreto de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- El área cuenta con postes de concreto armado de 20 x 20 cm, espaciados a no más de 1.00 m entre caras interiores, enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT. Estos postes están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.
- Al costado de cada tanque se cuenta con escaleras metálicas para tener acceso a la parte superior de estos. Asimismo se cuenta con una escalerilla enfrente, que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
- Los tanques, escaleras y pasarelas metálicas, cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.
- El equipo y accesorios que se utilizan para el almacenamiento y el trasiego de gas l.p. es resistente a la acción del gas l.p., para la presión de diseño correspondiente, cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas y en ausencia de estas a lo dispuesto en la Ley federal sobre Metrología y Normalización.
- Los recipientes, tuberías y todas las estructuras metálicas superficiales, están protegidas contra la corrosión, de acuerdo al medio ambiente donde se ubica la planta.

Actualmente la planta cuenta con un recipiente del tipo intemperie cilíndrica horizontal especial para contener GLP pero se realizará un aumento de capacidad colocando otro recipiente del tipo intemperie cilíndrica horizontal. Estos recipientes tienen las siguientes características:

	TANQUE I	TANQUE II
Marca	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM-021	NOM-021
Capacidad en litros agua:	93,000	150,000
Año de fabricación	2000	1999
Diámetro Interior (m):	2.675	3.38
Longitud total (m):	17.80	18.11
Presión de trabajo (kg/cm ²):	14.06	14.06
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Material lámina cuerpo:	SA-612	SA-612
No. de Serie:	TP-1560	TP-1422
Tara (kg):	15214	23,854

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor magnético marca Magnetel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro
- Un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro.
- Un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca Fisher, Modelo F199 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 984 L.P.M. (260 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A7539V6 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946.35 L.P.M. (250 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor retorno Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m²/min.
- Las válvulas de seguridad que se encuentran instaladas cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2.0 metros de altura. Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula. Cada tubo cuenta con capuchón protector, además cuentan con puntos de fractura.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

Equipos.

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

- a) Bombas para el trasiego de planta.

Bomba 1

Operación básica	Carburación
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL1.5
Motor eléctrico:	3 C.F.
Capacidad nominal:	109.8 LPM. (29 G.P.M.)
RPM:	1750
Presión diferencial:	3 kg/cm ²
Tubería de succión:	32 mm (1.5") ϕ
Tubería de descarga:	32 mm (1.5") ϕ

Bomba 2 y 3

Operación básica	carga de auto tanques
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGLD3
Motor eléctrico:	10 HP
Capacidad nominal:	424 L.P.M. (112 G.P.M)
RPM:	640
Presión diferencial:	6 kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm (3") ϕ
Tubería de descarga:	76 mm (3") ϕ

a) Compresor 1

Operaciones:	Descarga de semirremolques
Marca:	Corken
Modelo:	491
Motor eléctrico:	15 C.F.
RPM:	825
Capacidad nominal:	813.33 L.P.M. (215 G.P.M)
Desplazamiento:	60.31 m ³ /h (35.5 ft ³ /min)
Tubería de gas-líquido:	76 mm (3") ϕ
Tubería de gas-vapor:	76 mm (3") ϕ

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

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

Controles manuales, automáticos y de medición.**a) Controles manuales.**

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de operación manual, como las válvulas de globo para una presión de diseño de 28 kg/cm² y las válvulas de esfera para una presión de 210.92 kg/cm², las cuales se mantienen abiertas o cerradas de acuerdo al sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos.

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático para retorno de gas-liquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial. Para la bomba 1 el control automático es de ¾" de diámetro y está calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm² y un flujo máximo de 50 l/min. Para la bomba 2 y 3 el control automático es de 2" de diámetro y está calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm² y un flujo máximo de 833 l/min

c) Controles de Medición:

En las tomas de suministro y carburación se cuenta con medidores volumétricos instalados son del tipo turbina para la presión de diseño del sistema de trasiego. Están protegidos contra el tránsito vehicular por postes de concreto armado.

Tubería y Conexiones

Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego son de acero al carbón A/SA-106B cédula 80 sin costura. Las tuberías están unidas por conexiones roscadas de fundición maleable, para una presión máxima de trabajo de 140 kg/cm². Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en la norma mexicana NMX-B-177-1990

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Trayectoria	Diámetro
Tubería de alimentación a bomba para cargar de auto-tanques	76.2 mm
Tubería de descarga de bombas a auto-tanques	76.2 y 50.8 mm
Tubería de alimentación a bomba para carburación autoabasto	50.8 y 32 mm
Tubería de descarga de bomba para carburación autoabasto	32 y 25 mm
Tubería de líquido para descarga de semirremolques	76.2 y 50.8 mm
Tubería de vapores para descarga de semirremolques	50.8 mm
Tubería de los retornos automáticos de las bombas a recipientes de almacenamiento	50.8 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28 kg/cm² y son de 13 mm (1/2") o 6 mm (1/4") de diámetro.

Toma de recepción.

La toma de recepción se encontrará localizada por el lado este de la zona de almacenamiento, soportadas por muretes de concreto de 1.32 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 7.44 metros de los tanques de almacenamiento.

Para la descarga de GLP que llega a la planta a través de semirremolques, se cuenta con una toma, la cual consta de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conectan a una tubería de 76 mm (3") diámetro hasta llegar al tanque. Cada boca terminal cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la de manguera de 51 mm (2"). En la tubería para conducir gas líquido se cuenta con una válvula de globo en ángulo, válvula de no retroceso, ambos de 51 mm (2"), una válvula de emergencia de 76 mm (3"), un tanque estacionario de 300 litros, una mirilla de 76 mm (3"), dos válvulas de cierre rápido de 76 mm (3") y un filtro de canasta 76 mm (3"). Además en diferentes puntos de la tubería donde pueda existir acumulación se cuenta con válvulas de relevo hidrostático de 6.4 mm (1/4").

La línea para conducir gas-vapor consta de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro. La línea cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo de 51 mm (2"). En la tubería se cuenta con una válvula de globo en ángulo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia y después del compresor se cuenta con una válvula de cierre rápido, cada accesorio con un diámetro de 51 mm (2").

Las líneas de tubería que realizan este recorrido de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, van dentro de la zona de protección del área de almacenamiento montadas sobre estructuras metálicas, después de la misma se encuentran soportadas por un marco de concreto, permitiendo además la visibilidad, mantenimiento y ventilación de las tuberías.

Tomas de suministro.

Las tomas de suministro están localizadas por el lado oeste de la zona de almacenamiento soportadas por un murete de concreto de 1.32 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 5.98 metros de los tanques de almacenamiento.

Para el suministro de gas l.p. se realiza a través de dos bombas y dos líneas de gas-liquido de 51 mm (2") hasta la descarga de las bombas.

Cada línea cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la manguera de 51 mm (2"). La tubería cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula de exceso de flujo, una válvula solenoide, una turbina de medición de flujo, un filtro de paso en Y, cada accesorio corresponden a un diámetro de 51 mm (2"). Además en diferentes puntos de la tubería donde pueda existir acumulación se cuenta con válvulas de relevo hidrostático de 6.4 mm (1/4").

Aguas arriba de cada bomba se cuenta con un filtro de paso en Y y una válvula de cierre rápido, ambos con un diámetro de 76 mm (3"). y aguas abajo de cada bomba se cuenta con una válvula de emergencia, una mirilla, ambos de 76 mm (3"), una válvula bypass, una válvula de cierre rápido, ambos con un diámetro de 51 mm (2").

Las líneas de tubería se encuentran montadas sobre estructuras metálicas, después se encuentran soportadas por un marco de concreto, permitiendo además la visibilidad, mantenimiento y ventilación de las tuberías.

Toma de carburación

La toma de carburación está localizada por el lado oeste de la zona de almacenamiento soportadas por un murete de concreto de 1.32 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 5.98 metros de los tanques de almacenamiento.

El suministro de gas carburante se realiza mediante una bomba y una sola línea de gas líquido de 25.4 mm (1") hasta la descarga de las bombas.

Se cuenta con una manguera de 25.4 mm (1") de diámetro el cual en el extremo cuenta con válvula de cierre rápido con seguro. También se cuenta con una válvula pull-away del mismo diámetro. En la tubería se cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula solenoide, una turbina de medición de flujo, un filtro de paso en Y, una válvula de cierre rápido, cada accesorio es de 1 1/4" de diámetro.

Aguas arriba de la bomba se cuenta con un filtro de paso en Y y una válvula de cierre rápido, ambos con un diámetro de 51 mm (2"). y aguas debajo de la bomba se cuenta con una mirilla de 51 mm (2") y una válvula bypass de 19.05 mm (3/4")

Mangueras y Soportes

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con trenzado vertical, están formados por tubo de nitrilo, reforzados con trenzado textil sintético de alta resistencia a la ruptura y bajo coeficiente de deformación y cubierto de neopreno, por lo tanto son resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.47 kg/cm², marca Gates 20BHB. Se cuenta con mangueras en la toma de recepción, suministro y carburación, estando estas acopladas protegidas contra daños mecánicos. Cuando no están en servicio los acopladores de las mangueras quedan protegidos con tapón.

Las tomas de recepción, suministro y carburación están soportadas por muretes de concreto armado anclados al piso por medio de zapatas de concreto armado.

El murete es el que se opone y resiste el esfuerzo previsible causando por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.

Las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo cuentan con un punto de fractura. Los puntos de fractura no son de fábrica y su profundidad es tal que el espesor remanente está comprendido entre el 50% y el 80% del espesor de la pared del tubo. La conexión que antecede el niple donde se colocó el punto de fractura esta ahogada en el murete. El punto de fractura obliga la descarga del gas l.p. hacia arriba

[Se anexa Memoria Técnica y plano del Proyecto Mecánico. Ver sección de anexos](#)

I.1.35. Proyecto sistema contra-incendio.

CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVIDAD

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

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

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

Extintores Manuales.

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalaron extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes, a una altura máxima de 1.50 m. y mínima de 1.20 m. medidas del piso a la parte más alta del extintor. Los extintores colocados en intemperie están protegidos del sol y de la lluvia y los lugares donde están colocados se encuentran debidamente señalados.

No. de Extintores	Área	Tipo	Clase	Radio (m)
1	Toma de Recepción	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
	Toma de carburación de autoconsumo	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
1	Toma de Suministro	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
6	Zona de Almacenamiento	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
2	Bombas	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
1	Compresor para Gas L.P.	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
1	Bombas para agua contra incendio	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.92
1	Tablero Eléctrico	Bióxido de Carbono	CO ₂	2.92
5	Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	Fosfato de Monoamónico	ABC	2.68
	Extintor de Carretilla	Fosfato de Monoamónico	ABC	7.37

Extintor de Carretilla

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, localizado en zona de almacenamiento.

Sistemas de seguridad

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

Sistema de paro de emergencia: Los actuadores son accionados a control remoto y son del tipo eléctrico. Las válvulas solenoides instaladas son de acción cerrada a falla de corriente eléctrica y adecuadas para zonas clase I, división 1.

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

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

Accesorios de protección

Se cuenta con un gabinete que contiene el equipo de protección personal para dos personas.

Cada equipo consiste en: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex 111A 7.5 Oz en repelente al agua, antífama y antiestático. El gabinete está ubicado en lugar señalizado a un costado de la oficina.

Manejo de agua a Presión

Para el manejo de agua a presión se cuenta con una cisterna compuesta por los siguientes elementos:

- 1.-Cisterna de seguridad con capacidad de 41.00 m³. Este recinto es subterráneo construido con concreto armado. Su llenado se hace a base de pipas. Junto a esta se pretende construir otra cisterna con capacidad de 50.00 m³.
- 2.- El cuarto de equipo contra incendio está construido a lado la cisterna, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

Bomba con motor de combustión interna de 45 HP marca Barnes
Bomba con motor eléctrico de 30 HP Marca Deming Crane

- 3.- La red distribuidora es de tubo de acero al carbón galvanizado cédula 40, siendo de 101 mm a la salida de la bomba hasta conectarse con el anillo aspersor, de ahí la tubería se reduce a 76 mm y después a 51 mm que es el diámetro de la tubería del anillo.

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

Dos hidrantes y el riego por aspersion del tanque de Gas L.P.

Para el enfriamiento de los tanques, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 76 mm. (3") de diámetro, para cada tanque La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4.-La planta de distribución tiene 2 hidrantes instalados, cada uno cuenta con una manguera de 30 m de longitud, diámetro nominal de 38 mm (1 ½") y las mangueras equipadas con boquilla reguladora que permite surtir neblina.

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

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

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

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 32 boquillas (tanque 1) y 48 boquillas (tanque 2). Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 L.P.M. ya una presión de 2.81 kg/cm².

Entrenamiento de personal

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

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

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

Uso de accesorios de protección

Uso de los medios de comunicación

Evacuación de personal y desalojo de vehículos

Cierre de válvulas estratégicas de gas

Corte de electricidad

Uso de extintores

Uso de hidrantes como refrigerante

Operación manual del rociado a tanque

Ahorro de agua

b) Mantenimiento general:

Puntos a revisar

Acciones diversas y su periodicidad

Mantenimiento preventivo a equipo yagua

Mantenimiento correctivo yagua

Prohibiciones

Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

- Fuego.

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

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

Rótulos de Prevención y Pintura

- Pintura de tanques de almacenamiento:*** El tanque de almacenamiento está pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tiene rotulados con caracteres no menores a 15 cm., la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.
- Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías:*** Los postes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto en el interior de la planta, están pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
- Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son:*** de blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas-líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las de aire.
- En el recinto de la Planta se encuentran instalados en los lugares apropiados letreros con leyendas como:***

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

"GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO"		Junto a gabinete.
"BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR"	LETRERO	Junto a la válvula de paro de emergencia.

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

I.2. Descripción detallada del proceso.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** – ubicada en camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato -- desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (**GLP**) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del **GLP** a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples de los recipientes de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo*, tal como se establece en su numeral **3.59** de la NOM-001-SESH-2014.

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

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

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

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

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

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

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

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

Procedimiento de descarga de semirremolques:

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

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

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

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

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

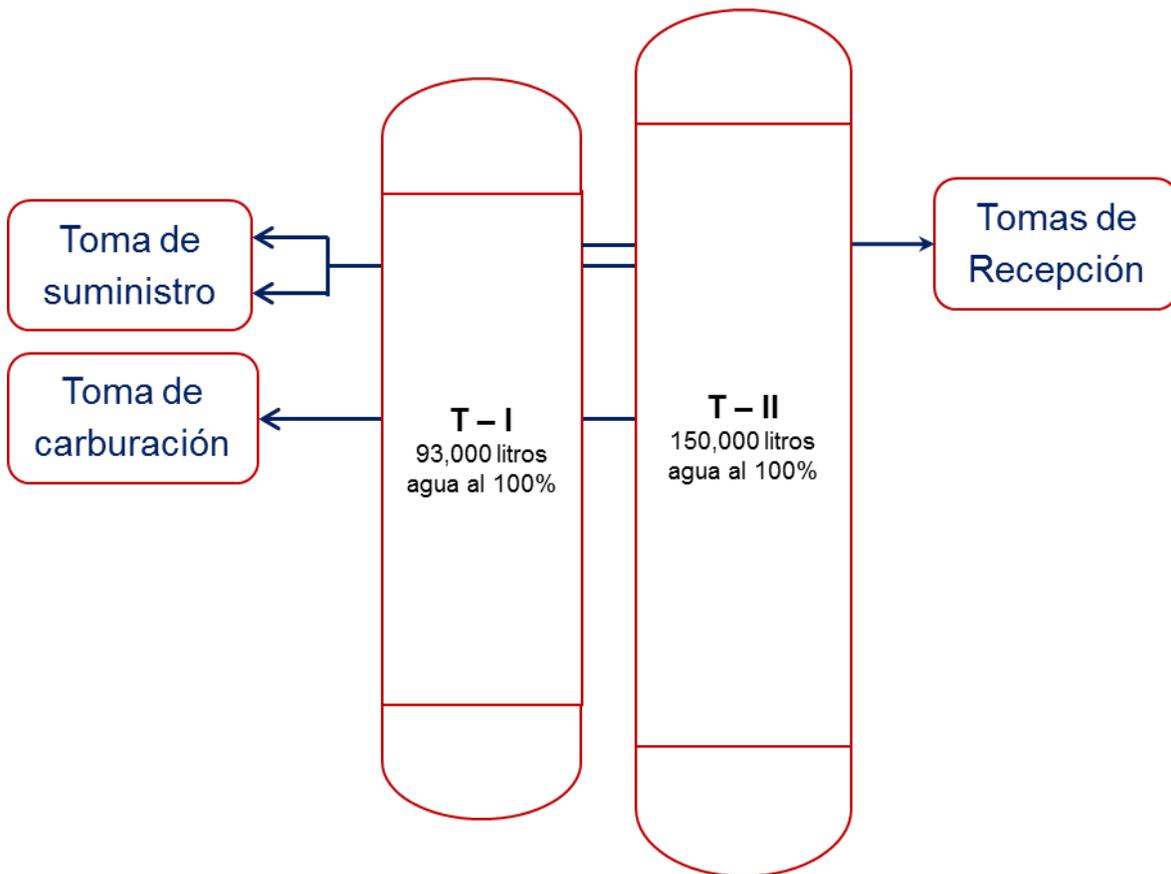
Procedimiento de llenado de vehículos de reparto en toma de carburación de autoconsumo:

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

- El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones del mismo
- El gas contenido en el tanque de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de **GLP** que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador desde el encendido hasta su aceleración total.
- La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas columna de agua durante el encendido, el vacío está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible con la máquina apagada el combustible está sellado fuera del carburador así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es mientras el motor no esté funcionando no habrá paso de **GLP** al mismo, aunque el interruptor esté abierto.
- El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de dos etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa a través de filtro de la válvula de vacío y reduce esa presión en dos etapas, la primera hasta 2.5 PSIG y la segunda a 1.5 pulgadas columna de agua.
- En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 PSI en el tanque a presión de trabajo el **GLP** se expande para convertirse en vapor causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

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

Diagrama de Bloques
Planta de Distribución de Gas L.P.
“DIEGAS, S.A. de C.V.”
Los Cabos, Baja California Sur



Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación de una planta de distribución de GLP es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, por lo que la única sustancia que se maneja es el Gas L.P. con una capacidad total de almacenamiento de **243,000 litros volumen agua al 100% (143,812.26 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 proyectada para planta de distribución de GLP se distribuye en **dos tanques** de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, uno con capacidad de **93,000 litros agua al 100%** y otro con capacidad de **150,000 litros agua al 100%**

En una planta de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. El gas que se encuentra “contenido” en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 kg/cm². Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

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

El GLP. no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirar gas l. p.; en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno. Un litro de 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 la Planta de Distribución propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.**:

Diesgas S.A. de C.V.	
Sustancia peligrosa	Gas Licuado de Petróleo
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Cantidad máxima de almacenamiento	243,000 litros de agua al 100% (143,812.26 kg)
Flujo en operación	El flujo de operación
Concentración de la sustancia peligrosa	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del Gas L.P. es la siguiente: Propano – 60% Butano – 40% Etil-mercaptano – 0.0017-0.0028 ppm
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP. y no la producción del mismo.
Tipo de almacenamiento	La Planta contará con dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP, de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.

I.2.1. Hojas de seguridad

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

I.2.2. Almacenamiento.

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

La capacidad total en los **recipientes de almacenamiento** es de 243,000 litros agua al 100%, los recipientes cuentan con las siguientes características:

	TANQUE I	TANQUE II
Marca	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM-021	NOM-021
Capacidad en litros agua:	93,000	150,000
Año de fabricación	2000	1999
Diámetro Interior (m):	2.675	3.38
Longitud total (m):	17.80	18.11
Presión de trabajo (kg/cm ²):	14.06	14.06
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Material lámina cuerpo:	SA-612	SA-612
No. de Serie:	TP-1560	TP-1422
Tara (kg):	15214	23,854

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor magnético marca Magnetel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro
- Un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro.
- Un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca Fisher, Modelo F199 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 984 L.P.M. (260 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A7539V6 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946.35 L.P.M. (250 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor retorno Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.

- El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m²/min.
- Las válvulas de seguridad que se encuentran instaladas cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2.0 metros de altura. Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula. Cada tubo cuenta con capuchón protector, además cuentan con puntos de fractura.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

Finalmente es conveniente mencionar que los recipientes cuentan con dictámenes de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-013-SEDG-2002**, *Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso*, emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P., Unidad de Verificación Verificaciones Mexicanas, S.A. de C.V. con registro **UVSELP-133-C**, en el cual se hace constar en los dictámenes MX-205-15 (tanque 1) y MX-362T-18 (tanque 2), que dichos recipientes son **aptos** para seguir operando en la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.**

En la sección de Anexos, se incluyen los citados Dictámenes de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002.

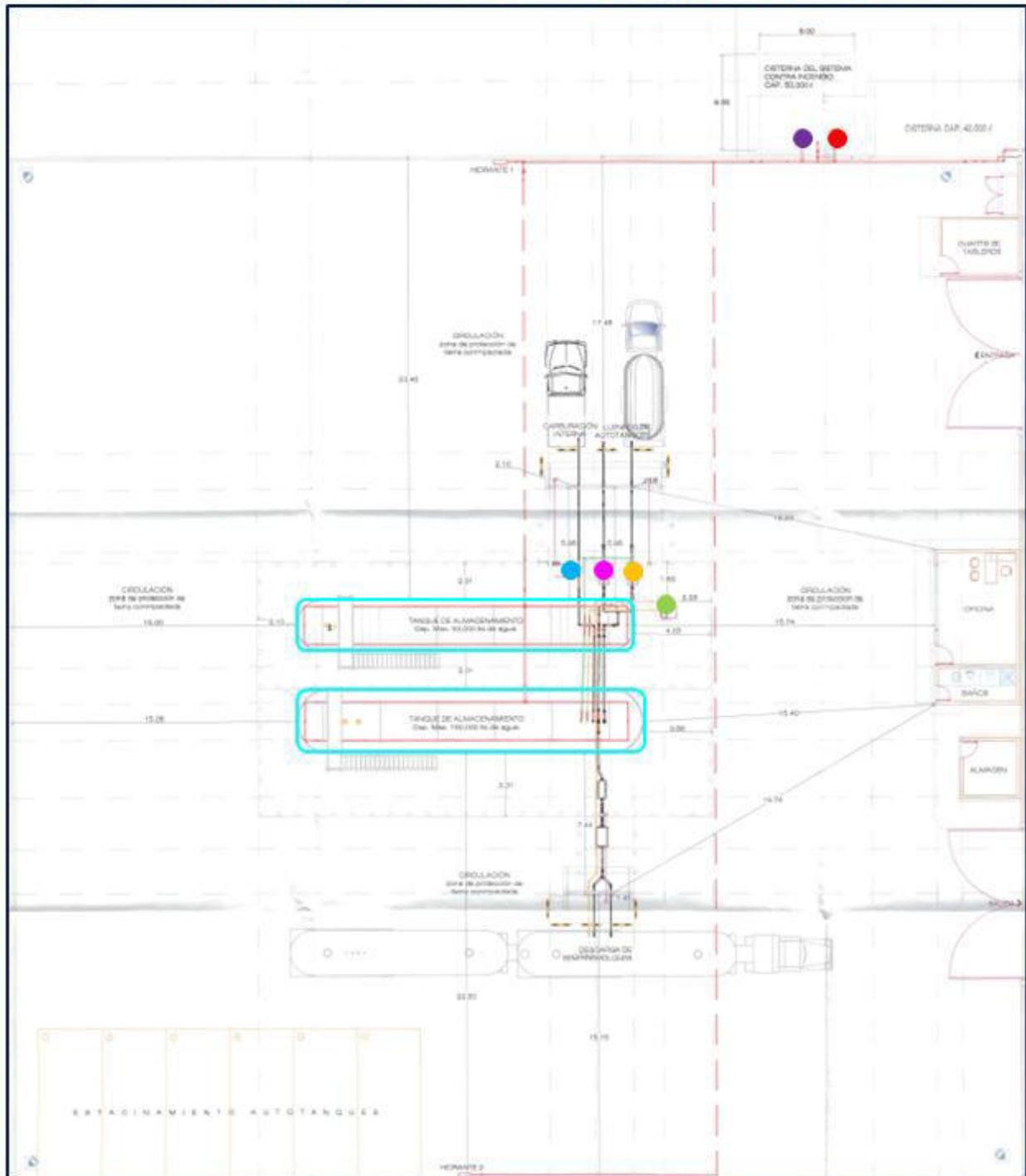
I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

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

DIESGAS, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.				
Equipo	Características		Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba 1 (Carburación - autoconsumo)	Blackmer Modelo LGL1.5 Capacidad nominal: 109.8 l/min R.P.M.: 1750 Motor eléctrico de 3.0 HP Presión diferencial promedio: 3.51 kg/cm ²	Las bombas se encontrarán instaladas con cople flexible en la línea de succión y contarán con: <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección, - Válvula de alivio interna. - Válvula automática de retorno en la tubería de descarga (By-pass) - La bomba se encuentra precedida de un filtro en la tubería de succión. - En el área de la bomba se cuenta con un extintor - Paro de emergencia. 	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Las bombas y el compresor están ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento y cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
Bomba 2 y 3 (Carga de Auto-tanques)	Blackmer Modelo LGLD3 Capacidad nominal: 424 l/min R.P.M.: 640 Motor eléctrico de 10.0 HP Presión diferencial promedio: 6 kg/cm ²	Los motores eléctricos que estarán acoplados a las bombas serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra"		

DIEGAS, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.				
Equipo	Características		Tiempo estimado de uso	Localización
Compresor I (Descarga de semirremolques)	Corken Modelo 491 Capacidad nominal: 813.33 l/min (215 GPM) Desplazamiento: 60.31 m ³ /h Motor eléctrico de 15 HP RPM: 825	Los compresores se encontrarán instalados 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. - En el área se cuentan con un extintor - Paro de emergencia El motor eléctrico que se encuentre acoplado al compresor será el apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Las bombas y el compresor están ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento y cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
Bomba I (eléctrica)	Deming Crane Motor eléctrico Potencia: 30 HP RPM:3520	Guarda de seguridad Certificado de desempeño Manómetros a la succión y descarga Válvula automática de liberación de agua Válvula de relevo de presión Conexión a la red de tierras	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se encuentra ubicado en la caseta de equipo contra incendio.
Bomba II (combustión interna)	Barnes Motor combustión interna Potencia: 45 HP	Guarda de seguridad Certificado de desempeño Manómetros a la succión y descarga Válvula automática de liberación de agua Conexión a la red de tierras		

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS



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

- Servicios auxiliares:*
- Bomba I (motor eléctrico)
 - Bomba II (motor combustión interna)

I.2.4. Pruebas de verificación.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Diesgas, S.A. de C.V.** se ubica en Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20+318 de la Carretera Panamericana, tramo Querétaro-Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto, Estado de Guanajuato.

La empresa adquirió el título del permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. No. **AD-GTO-027-N/99** emitido por la Secretaría de Energía con fecha de 08 de diciembre de 1999, donde se señala que al proyecto de la planta se le autorizaba una capacidad de almacenamiento de 93,000 litros de agua al 100% distribuidos en un solo tanque. Además que dicho proyecto cumplía con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996 Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación;** de acuerdo al dictamen UVMG085SI-A emitido por la unidad de verificación Ing. Jesús Alberto Miranda Verdugo.

Posteriormente, la empresa inició operaciones en el año de 2000, bajo la razón social Diesgas, S.A. de C.V. de acuerdo al oficio **312.-05-F-3825/00** emitido por la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, Subsecretaría de Operación Energética de la Secretaría de Energía.

La empresa pretende construir otra cisterna con capacidad de 50,000 litros, realizar modificaciones en el sistema contra incendio, así como instalar otro tanque de almacenamiento con capacidad de 150,000 litros de agua al 100%, por lo tanto la planta de distribución cuenta con el dictamen **No. DG-13-18** con fecha de 12 de julio de 2018 donde se menciona que la planta de distribución de gas l.p. y las modificaciones que se pretenden realizar cumplen con los requisitos técnicos mínimos de seguridad establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación,** publicada en el DOF, el 22 de octubre de 2014.

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

De dichos numerales (4 y 5) de la NOM-001-SESH-2014 se enlistan las inspecciones previas que la planta de distribución de GLP deberá de cumplir.

Evaluación de los recipientes de almacenamiento.

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

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

En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:

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

La medición de la dureza debe efectuarse, como mínimo, en 6 puntos del área afectada. La toma de réplicas metalográficas debe efectuarse, como mínimo, en 4 puntos del área afectada. Estas evaluaciones y sus aceptaciones deben efectuarse en términos de la Norma Oficial Mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener GLP en uso

- c) 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.

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

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

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

- *Para el tanque de almacenamiento 1, dictamen técnico **MX-205-15** Tanque con capacidad de 93,000 litros.*
- *Para el tanque de almacenamiento 2, dictamen técnico **MX-362T-18** Tanque con capacidad de 150,000 litros*

Esta evaluación es aplicable cada 5 años para el tanque de acuerdo a lo establecido en la mencionada norma oficial.

Pruebas de inspección de soldaduras en tuberías.

- 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.
- El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método de la sección IX del código ASME *Boiler and pressure vessels code*, edición 2005 o posterior.
- Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
- Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
- Debe contarse con el informe por escrito del resultado.
- Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con la norma ANSI-B-31.3 párrafo 3.41.4.1, edición 1988 o posteriores.

Tuberías sobre NPT o en trinchera.

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

Tuberías subterráneas.

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

Revisión de hermeticidad.

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

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

I.3. Condiciones de operación.

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** ubicada en el Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20+318 de la Carretera Panamericana, tramo Querétaro-Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio Apaseo El Alto, estado de Guanajuato, cuenta con un régimen de operación de tipo intermitente, el cual se lleva a cabo a condiciones de temperatura ambiente y a presión superior a la atmosférica.

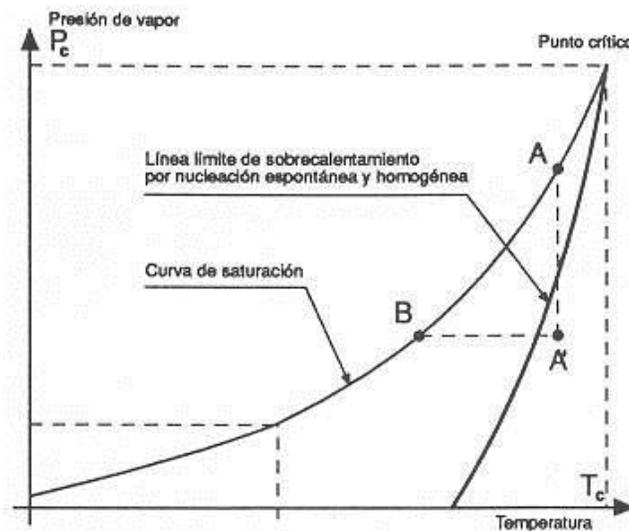
El gas l.p. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento temporal y trasiego a auto-tanques, recipientes. Por lo que las características **del régimen operativo de la instalación es semi-continuo.**

Las principales áreas donde se manejará dicho combustible son:

- 1.- Toma de recepción
- 2.- Área de almacenamiento.
- 3.- Toma de suministro de auto tanques.
- 4.- Toma de carburación de auto – abasto.

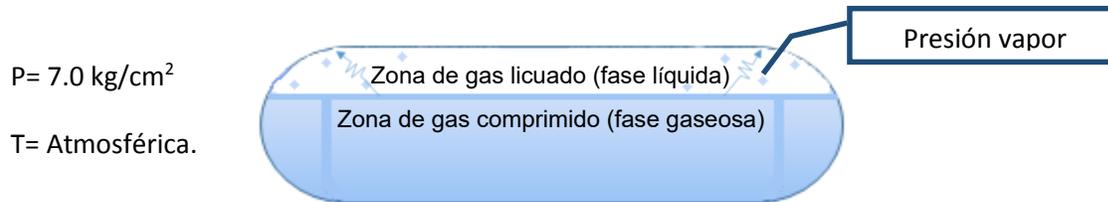
La sustancia almacenada será un **gas licuado a presión.**, el cual, en condiciones normales de presión y temperatura ($T=21^{\circ}\text{C}$; $P= 1 \text{ atm}$) sería un gas. Por lo tanto, para licuarlo **se somete, dentro del recipiente a una presión** muy superior a la ambiental (**7 kg/cm^2**)

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



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

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



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

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

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

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

En cuanto a la temperatura de operación, el gas L.P., es almacenado a temperatura ambiente, por lo que tomando la información de la Estación Meteorológica Los Tecolotes, Apaseo el Alto del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), siendo la más cercana al área del proyecto, con ubicación en $100^{\circ}35'59.99''$ longitud Oeste y $20^{\circ}25'48.15''$ Latitud Norte. La temperatura media anual del sitio es de 18.1°C , una temperatura máxima de 26.4°C y mínima normal de 9.8°C .

Estado físico de la sustancia manejada en la planta.

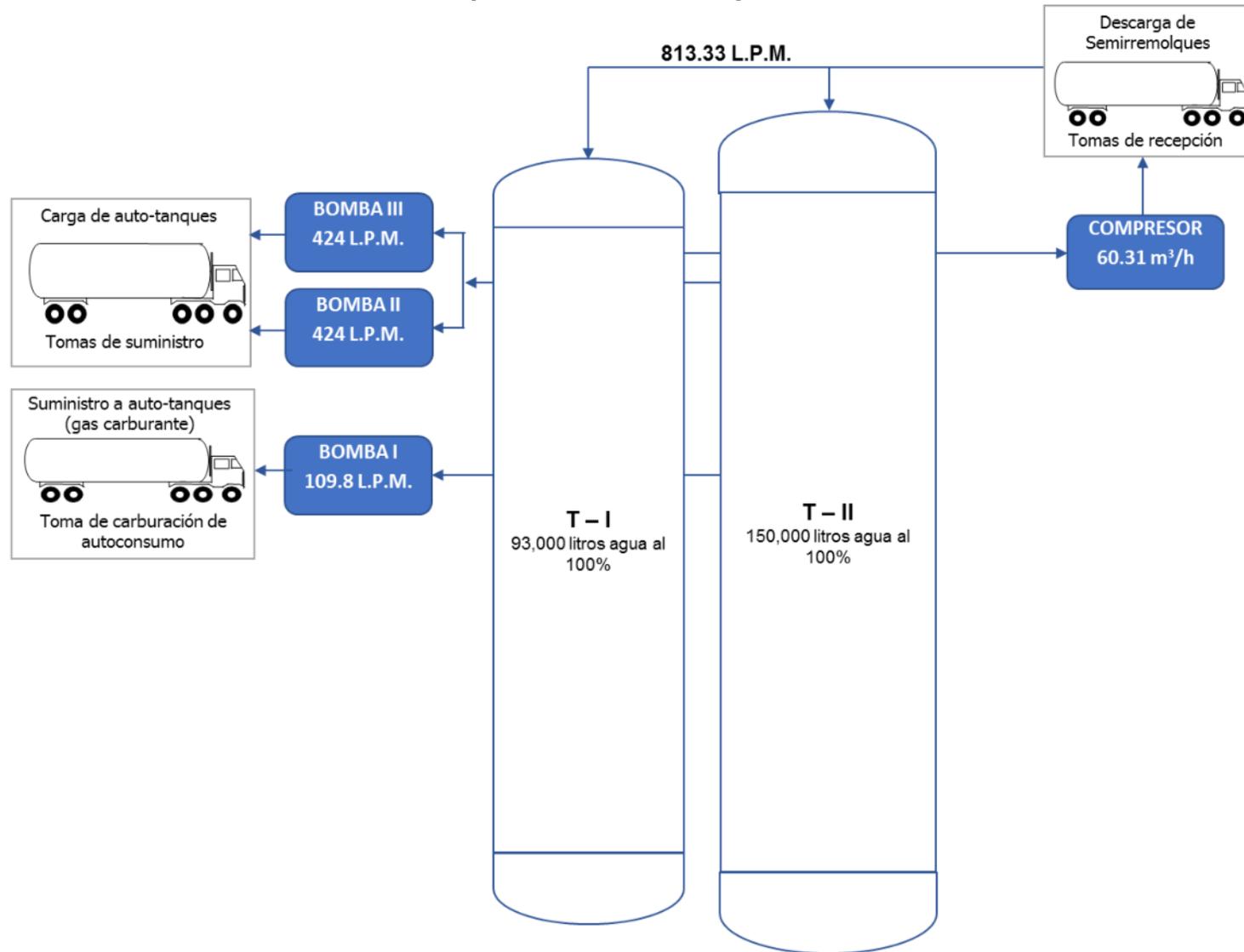
El trasiego de dicho gas involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso.

En la planta se contará con tres líneas o corrientes:

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

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

Planta de Distribución de Gas L.P.
Diesgas, S.A. de C.V.
Apaseo el Alto, Guanajuato



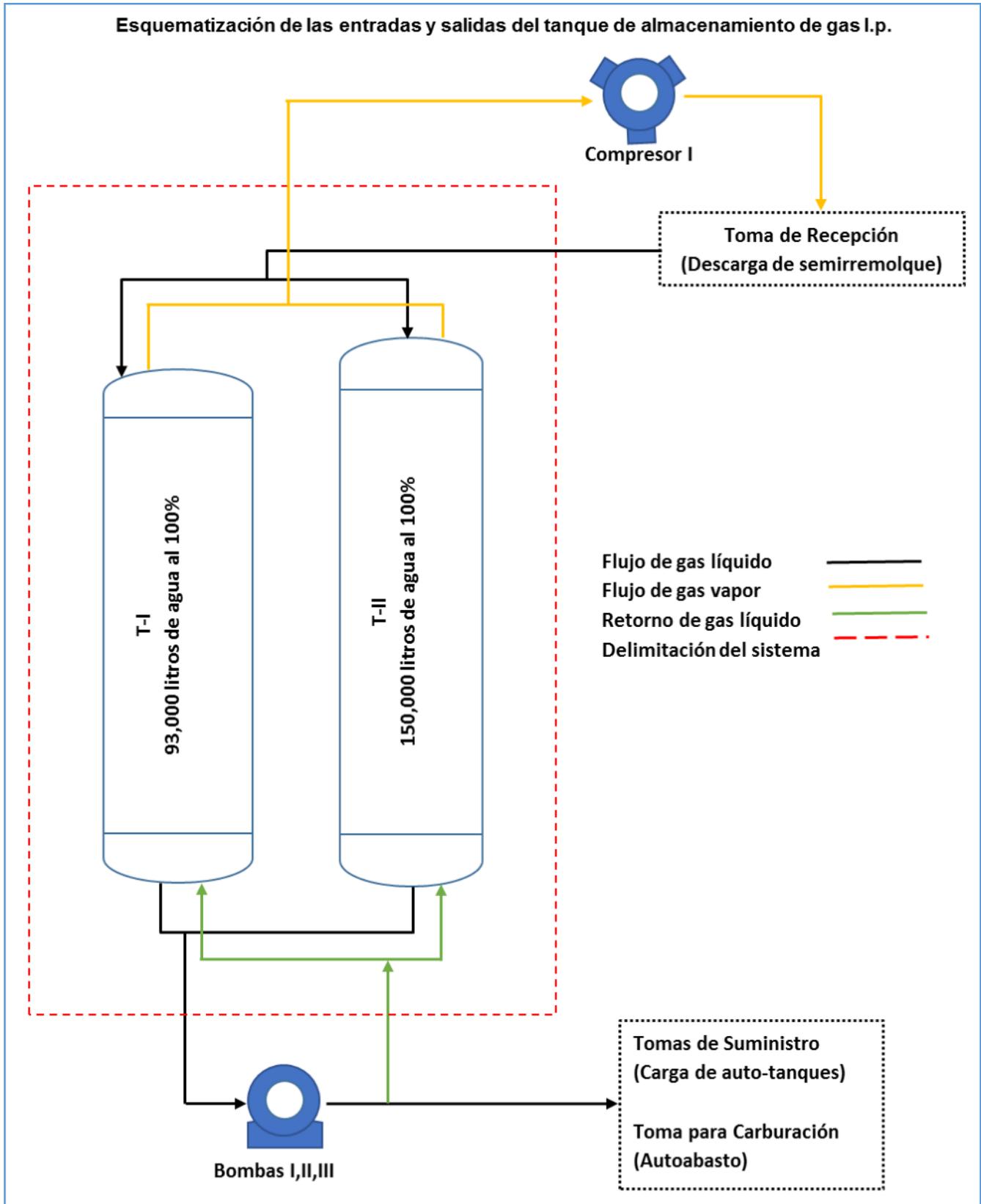
Balance de materia.

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

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

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

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



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

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

Las zonas principales de la planta son:

La zona de oficinas servicios para empleados y obreros se localizan al norte de las instalaciones; clasificando las instalaciones de uso general (no peligrosas).

La Zona de Almacenamiento de Gas L. P., en la cual se tienen dos tanques de almacenamiento sin diques y con sistema de bombeo, por lo cual queda comprendida en áreas con clasificación eléctrica clase I, División 1 y 2.

La distribución eléctrica de la planta se hace mediante la subestación tipo poste, donde la acometida suministra a:

Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 15 A para el tablero 2.

Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 150 A para la derivación 1.

Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 500 A para la bomba de emergencia (sistema contraincendios) de 30 HP (22,380 W)

La **derivación 1** suministra las siguientes áreas:

Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 100 A con arrancador tensión plena para el motor del compresor de gas de 15 HP (11,190 W)

Dos combinaciones de interruptor termomagnético de 3 x 50 A con arrancador tensión plena para los motores de las bombas 2 y 3 de 10 HP (7,460 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 30 A con arrancador tensión plena para el motor de la bomba 1 de 3 HP (2,238 W)

El **tablero 2** suministra a:

Una combinación de interruptor termomagnético de 2 x 15 A para la bomba de agua de 1 HP (746 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 2 x 15 A para reflector (400 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 2 x 40 A para reflector (400 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 2 x 15 A para Tablero 6 (oficinas)

El **tablero 3** suministra a:

Una combinación de interruptor termomagnético de 1 x 15 A para el tablero 4 y 5.

Dos combinaciones de interruptor termomagnético 1 x 15 A para las lámparas A.P.E. de las áreas de auto tanques y semirremolques.

El **tablero 4** suministra a:

Tres combinaciones de interruptor termomagnético 1 x 15 A para las válvulas solenoides

Una combinación de interruptor termomagnético 1 x 15 A para regulador, el cual suministra a cuatro combinaciones de interruptor termomagnético para tarjetas de control (1 W)

El **tablero 5** cuenta con un contactor y un fusible para las válvulas solenoides de emergencia

El **tablero 6** suministra a:

Dos combinaciones de interruptor termomagnético de 1 x 15 A para lámparas incandescentes (100 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 1 x 15 A para contacto (180 W)

Una combinación de interruptor termomagnético de 2 x 15 A para oficina (1200 W)

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 **Diegas, S.A. de C.V.** – así como para proteger a los trabajadores de posibles riesgos inherentes a la *operación normal de la planta*.

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

Sistema general de conexión a “tierra”.

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

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

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

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

Además como medida de seguridad ante las descargas eléctricas provenientes de los rayos, la planta cuenta con apartarrayos de óxido de zinc para 30 kV

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

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

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

tal no se esperaría puesto que éste se vaporizaría de inmediato debido a la pérdida de presión del sistema de trasiego en el cual se encontrará contenido.

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

I.4. Análisis y evaluación de riesgos.

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

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

En el caso de la planta de distribución de GLP, el riesgo está en función de la sustancia química peligrosa (GLP) que en ésta se maneja así como de la cantidad de la misma **243,000 litros agua al 100%** distribuido en dos recipientes uno de 93,000 litros y otro de 150,000 litros equivalentes a **143812.26 kg** de GLP al considerar una densidad para éste de 591.82 kg/m³ de acuerdo con lo señalado calculado por el software de simulación SCRI-Fuego para la temperatura media promedio de Apaseo El Alto de (18.1 °C).

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

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

I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los principales factores de riesgos consideran los siguientes aspectos:

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

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

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

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

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

I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización.

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para la Planta de Distribución de GLP ubicada en el Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20+318 de la Carretera Panamericana, tramo Querétaro-Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto, Estado de Guanajuato, propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.- Reconocimiento del ámbito de estudio.

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

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

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

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

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

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

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

Análisis de la *instalación*

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

- Área de recepción: en ésta se lleva a cabo la descarga de los semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través de un compresor.
- Zona de almacenamiento: se contará con dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP, uno con capacidad de 93,000 litros al 100% de agua y el otro con capacidad de 150,000 litros al 100% de agua.

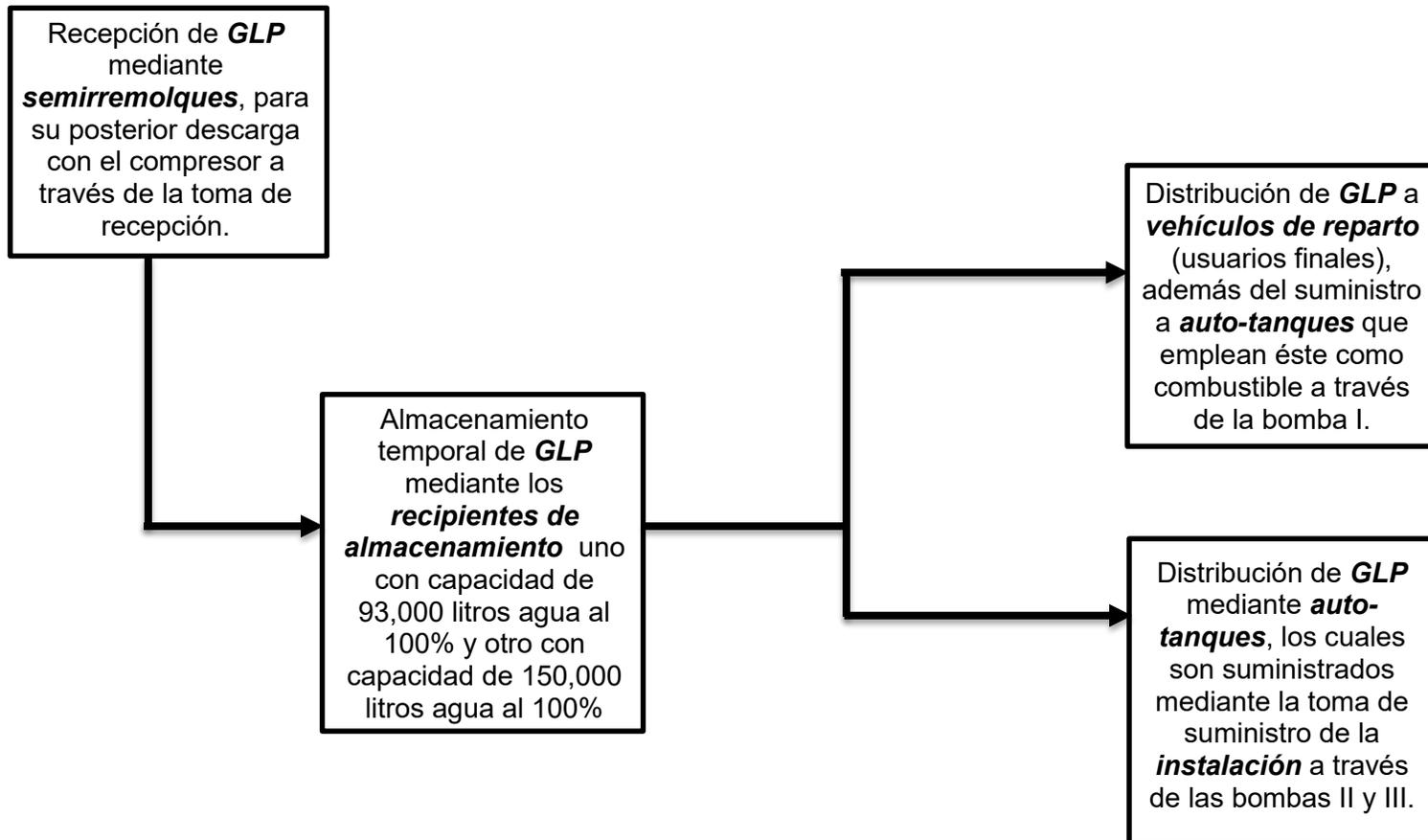
- Área de suministro: se dispone de dos boca toma para efectos de realizar el suministro de GLP a los auto-tanques, con la finalidad de distribuir éste al público. El GLP se suministra con el uso de dos bombas que administra fase líquida directamente al auto tanque.
- Área de carburación de autoconsumo: se cuenta con una boca toma, la cual se emplea en el suministro de GLP a los vehículos de reparto, además de aquellos que emplean éste como combustible (vehículos propiedad de la empresa).

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

- Sistema contra incendio. Está compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (eléctrica y de combustión interna) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersion del recipiente de almacenamiento de GLP.
- Cuarto eléctrico se dispone de un área en la cual se ha construido un cuarto con materiales incombustibles, con la finalidad de resguardar el tablero eléctrico de la planta que es el equipo de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.
- Sistema neumático, conformado por un compresor de aire que suministra a las aire a para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.

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

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Diesgas, 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 (diseño y construcción), así como por las operaciones que se desarrollan en ésta (Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** permite identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

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

a) Características físico – químicas del GLP.

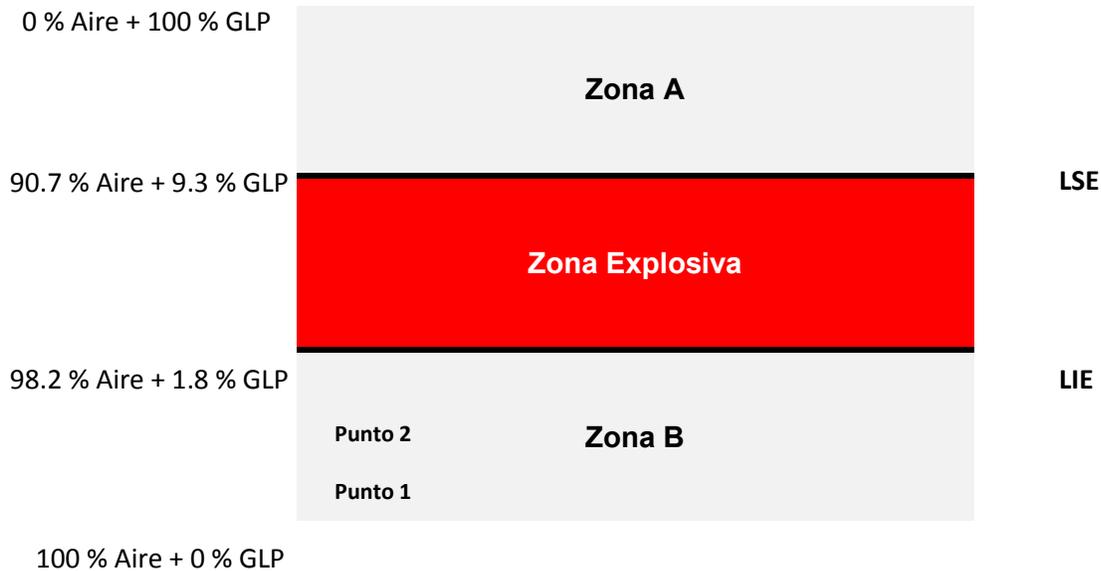
Propiedades químicas.

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

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

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

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



Punto 1 = 20 % del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60 % del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

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

Propiedades físicas.

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

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

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

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

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

Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.

Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/mL.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto $\frac{1}{2}$ veces tan denso como el aire y no se dispersa tan fácilmente.

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

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

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

b) Cantidad de GLP almacenada.

Se ha definido que el GLP es la única sustancia empleada dentro del proceso operativo en la **Planta de Distribución de GLP**, la cual es almacenada mediante dos recipientes para el almacenamiento temporal uno con capacidad de 93,000 litros al 100% agua y el otro con capacidad de 150,000 litros al 100% agua.

Sin embargo, por buenas prácticas así como por seguridad, sólo se almacenará el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento para cada recipiente de la planta; por lo que se considera un volumen máximo de 74,400 litros para cada recipiente (tanque 1) y de 120,000 litros (tanque 2).

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

c) Condiciones de operación.

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

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

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

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

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De la toma de recepción al tanque de almacenamiento.	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro .	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de carburación	7-10	21	Ambiente

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

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

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

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

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

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

e) Otras condiciones.

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

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

Identificación de peligros potenciales.

Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

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

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

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

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

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

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

Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno son las siguientes:

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

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

Incendio.

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

Incendio tipo dardo de fuego.

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

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

Bola de fuego.

Este tipo de accidente, es el resultado de la mezcla de vapor con aire (particularmente con el oxígeno disponible en éste), y al entrar esta mezcla en contacto con una fuente de ignición. La bola de fuego se caracteriza por la formación de dos zonas, la primera de ellas

es interna y está constituida en su totalidad por combustible, mientras que la segunda zona es el producto de la mezcla del vapor con aire; que es donde ocurre la ignición.

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

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

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

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

Introducción.

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

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

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

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

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

Justificación de la metodología What If...?

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

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

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

Descripción del What If...?

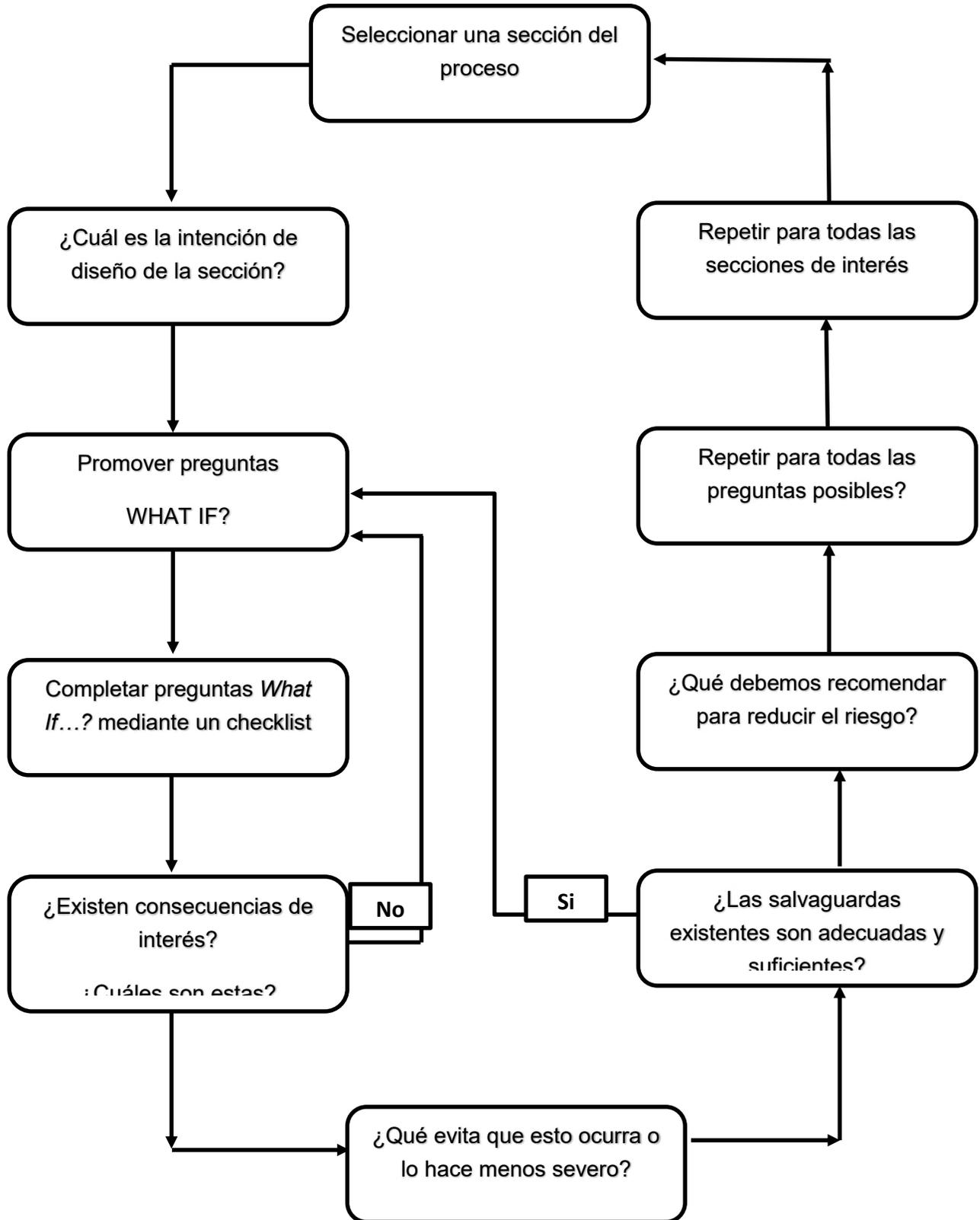
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

Durante la aplicación de 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:



Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

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

- **Zona de almacenamiento de GLP** – Dos recipientes uno con capacidad de almacenamiento de 93,000 litros agua y otro con capacidad de 150,000 litros agua.
- Toma de recepción (descarga de **semirremolques**), suministro (carga de **auto-tanques**) y carburación (Autoabasto)
- Servicios auxiliares, como son: **Sistema contra incendio**, instalaciones eléctricas, además de aire de instrumentos.

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

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

Fuente: IMP

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

Propósito del What If...?

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

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

Preguntas típicas.

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

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

Fuente: IMP

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

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

Clasificación y evaluación de peligros.

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

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

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

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

I Criterio para Evaluar Valores

Probabilidad de una fuga (A)

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

Gravedad de consecuencias

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

Matriz de Resultados

Probabilidad de Ocurrencia (A) 	Alto (4)	4	12	20
	Medio (2)	2	6	10
	Bajo (1)	1	3	5
		Severidad de Consecuencias (B) 		
		Bajo (1)	Medio (3)	Alto (5)

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

Factor Análisis de Riesgo

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

A continuación se anexa la aplicación de la metodología.

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

GRUPO DE TRABAJO:	Área	FIRMA	FECHA
I.Q. José Morales Kú	Análisis de riesgo	_____	NOVIEMBRE DE 2018
I.Q. Elizabeth E. Galindo Monterrosas.	Análisis de riesgo	_____	
I.Q. Yazmin Toxtle Salazar.	Análisis de riesgo	_____	
I.A. Ivonne Pintor Montalvo.	Análisis de riesgo	_____	
I.M. Ismael Esteban Romero Jiménez.	Integridad mecánica	_____	

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
1	¿Qué pasa si por una mala conexión en la manguera, o bien, por no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga ocurriera el desprendimiento de la manguera que va de la toma de recepción al acoplador de llenado para líquido del semirremolque?	<p>Liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera hasta el cierre de la válvula de emergencia de 3"</p> <p>La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.</p>	<p>Los semirremolques cuentan con válvulas de exceso de flujo que actuarán en caso de que el flujo derivado del desprendimiento de la manguera supere el flujo al cual la válvula se encuentra calibrada.</p> <p>Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	4	3	12	<p>Colocar calzas de seguridad y conexión a tierra previamente a la descarga de semirremolques.</p> <p>El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
2	¿Qué pasa si por una omisión por parte del chofer de la unidad no se percatara que existiera una falla en el acoplador ACME del semirremolque?	<p>En caso de una falla mecánica en el acoplador para gas líquido ACME, ocurriría la liberación continua de GLP en fase líquida a través de la válvula de descarga del semirremolque.</p> <p>Liberación de material inflamable.</p> <p>Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no se podría llegar a la válvula, por lo que el material envolvente del semirremolque se calentaría, por lo que al alcanzar la presión de 250 psig, la válvula de seguridad comenzaría a desfogar vapor.</p> <p>En caso de que el desfogue de vapor encuentre una fuente de ignición se produciría un dardo de fuego, en caso contrario el desfogue formará una nube de GLP que dentro de los límites de inflamabilidad puede formar una llamarada o una explosión.</p>	<p>Válvula de exceso de flujo y válvula de globo angular (operación manual) del semirremolque.</p> <p>Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	5	10	<p>Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Supervisión por parte del personal de la planta al momento de realizar esta operación.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
3	¿Qué pasa si la cantidad de GLP liberado por la válvula de seguridad no sea lo suficiente para reducir la sobrepresión en el semirremolque y el incendio no ha sido controlado?	<p>El recipiente del semirremolque continúa calentándose y se alcanza la temperatura límite de sobrecalentamiento, entonces se producirá la nucleación espontánea en toda la masa de líquido.</p> <p>La fase líquida comenzará a evaporarse aumentando la presión interna del recipiente y si aunado a esto las válvulas de seguridad fallaran se presentaría una BLEVE.</p>	<p>El semirremolque cuenta con dos válvulas de seguridad.</p> <p>Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	3	6	<p>Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.</p> <p>Mantener vigente el dictamen de la NOM-007-SESH-2010. Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Las cisternas de agua deben contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.</p> <p>Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
4	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de cierre rápido de 2" que se encuentra en la línea de gas vapor?	Ligera sobrepresión en la línea debido a que el vapor tiene capacidad para comprimirse.	Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acciones a realizarse de manera inmediata.

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
5	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de cierre rápido de 2" que se encuentra en una de las líneas de gas líquido?	Golpe de ariete en la unión bridada de la válvula con posible formación de una fuga a través de éstas.	Las líneas por donde fluye gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/4" o 1/2" de diámetro. Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción. Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acciones a realizarse de manera inmediata.

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
6	¿Qué pasa si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Retardo en el suministro de GLP al tanque de almacenamiento.	Ninguna.	2	1	2	<p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p> <p>Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor.</p> <p>Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>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.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
7	¿Qué pasa si durante la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido?	<p>Presión alta en la línea podría provocar fuga de GLP en caso de que en algún elemento la hermeticidad no sea fiable.</p> <p>En caso de ocurrir una sobrepresión en un tramo de tubería en la cual se encuentre una válvula de relevo hidrostático, ésta se podría activar.</p> <p>En ambos casos, la liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/4" o 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
8	¿Qué pasa si existiera gas en fase líquida atrapado en la tubería?	Ante una sobrepresión superior a los 28.13 kg/cm ² la válvula de relevo hidrostático se podría activar. Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/4" o 1/2" de diámetro. Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción. Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acciones a realizarse de manera inmediata. Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
9	¿Qué pasa si por una omisión se encontrara cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento?	<p>Ante la acumulación de gas en fase líquida y ante la posibilidad de sobrepresión en la tubería si se llegara a exceder la presión de calibración (28.13 kg/cm²) la válvula de relevo hidrostático se podría activar.</p> <p>Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/4" o 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
10	¿Qué pasa si por la falta de supervisión durante la descarga al trasegar toda la fase líquida del semirremolque siguiera funcionando el compresor?	Se inyectaría vapor en la fase líquida del recipiente de almacenamiento favoreciendo la vaporización de éste dentro del recipiente.	Indicador visual de flujo tipo no retroceso (mirilla). Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción. Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acción a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
11	¿Qué pasa si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para cargar (suministrar) líquido?	Sobrepresión en la línea de gas líquido en el tramo donde se encuentra el indicador visual de flujo de tipo no retroceso.	Indicador de flujo tipo no retroceso. Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción. Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

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

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 491.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
12	¿Qué pasa si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para recuperar vapores?	No se podría realizar la operación de descarga del semirremolque y se estaría inyectando vapor a la fase líquida del recipiente de almacenamiento temporal de GLP para la recuperación de vapores. Además que se favorecería la formación de vapor dentro del semirremolque.	En la línea de gas vapor de la toma de recepción se cuenta con una válvula de globo en ángulo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia cada uno de 51 mm de diámetro Se cuenta con 1 extintor tipo ABC de fosfato monoamónico en la toma de recepción. Asimismo, se tienen instalados un hidrante con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

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

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 93,000 litros y 150,000 de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
13	¿Qué pasa si por la falta de supervisión o por una mala operación en el manejo de las válvulas de la fase vapor se sobrellenara el tanque de almacenamiento?	<p>Cuando se alcanza un nivel igual al 85 % se activa la válvula de máximo llenado (venteo) la cual descargaría fase líquida a través de su vástago.</p> <p>En caso de un aumento en la temperatura ambiente existe peligro de sobrepresión en el recipiente debido a que sería imposible mantener la fase líquida.</p> <p>Ante la sobrepresión, el gas se empezaría a desfogar a través de una de las válvulas de seguridad montada en el aditamento múltiple, en caso de que la presión al interior no se establezca el mecanismo del aditamento múltiple activará el secuenciado de válvulas.</p> <p>La liberación continua de GLP al ambiente a través de la válvula de seguridad da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.</p>	<p>El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m³/min.</p> <p>Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Magnatel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro, un manómetro marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm² y un termómetro con graduación de -50° C a 50°C.</p> <p>Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro ubicadas al 85 y al 90 % de volumen.</p> <p>En la zona de almacenamiento se tienen 8 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con un extintor de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados 2 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 32 boquillas y el tanque 2 contará con 48 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 18 L.P.M. y a una presión de 2.81 kg/cm².</p>	2	1	2	<p>Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.</p>

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

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 93,000 litros y 150,000 de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
14	¿Qué pasa si ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento fallará el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en el aditamento multiport?	<p>Es casi imposible porque se tienen 4 válvulas de seguridad por cada aditamento multiport y en caso de que una de ellas no funcionara las otras entrarían en operación.</p> <p>Sin embargo, si a pesar de esto y por falta de mantenimiento o reemplazo de estas cuando ya han desfogado fallara el secuenciado se tendría sobrepresión en el tanque, existiendo la posibilidad de que al interior del recipiente se llegue a una presión superior a la de diseño lo cual podría provocar la falla mecánica del recipiente.</p> <p>En caso de falla mecánica, el GLP se liberaría en grandes cantidades lo cual provocaría expansión súbita de la fase líquida que se encontraba al interior, pudiéndose generar una BLEVE.</p>	<p>El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m³/min.</p> <p>Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Magnatel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro, un manómetro marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm² y un termómetro con graduación de -50° C a 50°C.</p> <p>Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro ubicadas al 85 y al 90 % de volumen.</p> <p>En la zona de almacenamiento se tienen 8 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con un extintor de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados 2 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 32 boquillas y el tanque 2 contará con 48 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 18 L.P.M. y a una presión de 2.81 kg/cm².</p>	1	5	5	<p>Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.</p>

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

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 93,000 litros y 150,000 de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
15	¿Qué pasa si derivado de una explosión, un fragmento de un equipo o recipiente golpea al tanque de almacenamiento?	<p>Liberación de material inflamable.</p> <p>A consecuencia de un golpe de un fragmento se perdería la integridad mecánica del recipiente dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido.</p> <p>El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado.</p>	<p>Los recipientes de gas l.p. instalado en la planta se encuentran situados de tal forma que su ejes longitudinales no apuntan, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.</p> <p>De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 cada cinco años se realiza la medición ultrasónica de espesores a los recipientes tipo no portátil que contienen gas l.p.</p> <p>En la zona de almacenamiento se tienen 8 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con un extintor de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados 2 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 32 boquillas y el tanque 2 contará con 48 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 18 L.P.M. y a una presión de 2.81 kg/cm².</p>	1	5	5	<p>Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p> <p>Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente cada cinco años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. En 2020 le corresponde al tanque 1 y para el 2023 le corresponde al tanque 2</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p> <p>La medición ultrasónica de espesores del recipiente deberá realizarse en junio de 2020 (tanque 1) y 2023 (tanque 2)</p> <p>Últimos dictámenes: Tanque 1: dictamen MX-205-15 de fecha 19 de Abril del 2015 realizado por Verificaciones Mexicanas, S.A. de C.V. UVSELP-133-C.</p> <p>Tanque 2: dictamen MX-362-18 de fecha 13 de septiembre del 2018 realizado por: Verificaciones Mexicanas, S.A. de C.V. UVSELP-133-C.</p>

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

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 93,000 litros y 150,000 de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
16	¿Qué pasa si existiera un incendio a los alrededores de la zona de almacenamiento?	<p>Sobrepresión en el tanque.</p> <p>Ante la sobrepresión, el gas se empezaría a desfogar a través de una de las válvulas de seguridad montada en el aditamento múltiple, en caso de que la presión al interior no se estabilice el mecanismo del aditamento múltiple activará el secuenciado de válvulas.</p> <p>La liberación continua de GLP al ambiente a través de la válvula de seguridad da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.</p>	<p>El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m³/min.</p> <p>Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Magnatel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro, un manómetro marca Winters con graduación de 0 a 21 kg/cm² y un termómetro con graduación de -50° C a 50°C.</p> <p>Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro ubicadas al 85 y al 90 % de volumen.</p> <p>En la zona de almacenamiento se tienen 8 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con un extintor de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tienen instalados 2 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, El sistema cubre el 100% del área.</p> <p>Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 32 boquillas y el tanque 2 contará con 48 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 18 L.P.M. y a una presión de 2.81 kg/cm².</p>	2	3	6	<p>Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal seleccionado para el combate contra incendio de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Las cisternas de agua deberán contener cuando menos, el 70% de su capacidad.</p> <p>Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones Responsable/ Tiempo de ejecución	
17	¿Qué pasa si el operador no verifica las condiciones físicas (volumen/presión/temperatura) en el interior del auto-tanque previo a realizar la carga de GLP?	<p>Sobrellenado del auto-tanque, generando una sobrepresión dentro del recipiente, lo que conllevaría al desfogue la válvula de seguridad.</p> <p>Una incorrecta nivelación de presiones causaría una sobrepresión en el auto-tanque y la apertura de la válvula de seguridad.</p> <p>Temperatura mayor incremento en la presión dentro del recipiente.</p> <p>Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Los auto-tanques cuentan con indicador de nivel, manómetro y termómetro.</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>En la línea de conduce gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula de exceso de flujo y una válvula de emergencia con actuador eléctrico (solenoides) cada accesorio de 51 mm de diámetro.</p> <p>Tanto en el auto-tanque como la toma de suministro se cuenta con extintores manuales tipo ABC de fosfato monoamónico.</p> <p>Asimismo, se tienen instalado un hidrante con un gasto de 350 LPM que cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Si cualquiera de estas variables se encuentra fuera de rango, el operador deberá suspender la operación. Asimismo se deberá llevar un control de estas mediciones, mediante el llenado de una "Hoja de Control".</p> <p>Mantener los originales del mantenimiento preventivo y correctivo del que sean objeto los auto-tanques, de acuerdo a su Programa de Mantenimiento establecido.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.</p> <p>Mantener vigente el Dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Ante un sobrellenado el operador deberá inmediatamente suspender el trasiego.</p> <p>Acción inmediata: Elaborar "Hojas de Control".</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>El registro del tiempo de vida útil deberá llevarse a cabo de inmediato.</p> <p>El Dictamen de conformidad con la NOM-NOM-007-SESH-2010 deberá renovarse de manera anual.</p>

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
18	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el chofer no apagara el motor y no se bloquearan las llantas del vehículo e inesperadamente este se moviera?	<p>Se tendría el desprendimiento de manguera.</p> <p>Fractura del punto de fractura y válvula de cierre rápido de 2" de diámetro.</p> <p>Fuga de GLP.</p> <p>La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.</p>	<p>En la línea de conducción de gas líquido válvula de cierre rápido, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia con actuador eléctrico (solenóide) y una válvula de emergencia con actuador neumático de 51 mm de diámetro en la línea de conduce gas-liquido.</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>Tanto en el auto-tanque como la toma de suministro se cuenta con extintores manuales tipo ABC de fosfato monoamónico.</p> <p>Asimismo, se tienen instalado un hidrante con un gasto de 350 LPM que cubre el 100% del área. Paro de emergencia.</p>	4	3	12	<p>El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el motor. • Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. • Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
19	¿Qué pasa si la válvula de exceso de flujo no cierra oportunamente ante el súbito desprendimiento de la manguera de trasiego?	<p>Fuga de GLP contenida del desprendimiento de la manguera hasta donde se encuentra la bomba en caso de que las válvulas de emergencia tampoco funcionen</p> <p>Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>En la línea de conducción de gas líquido válvula de cierre rápido, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia con actuador eléctrico (solenoides) y una válvula de emergencia con actuador neumático de 51 mm de diámetro en la línea de conduce gas-líquido.</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>Tanto en el auto-tanque como la toma de suministro se cuenta con extintores manuales tipo ABC de fosfato monoamónico.</p> <p>Asimismo, se tienen instalado un hidrante con un gasto de 350 LPM que cubre el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el motor. • Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. • Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
20	¿Qué pasa si el operador no realiza la apertura de las válvulas de alimentación al auto-tanque o la válvula de paso de la toma de suministro y se encuentra en operación la bomba?	Se tendría un incremento en la presión de GLP en las líneas de conducción y se abrirían las válvulas de relevo hidrostático. Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Válvula de retorno automático (By-pass). Junto a la bomba se tiene instalado un extintor de PQS de 9 kg de capacidad. Paro de emergencia.	2	1	2	Incluir el mantenimiento al By-pass dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. El personal que realice las operaciones de trasiego deberá confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo. Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Operador del área. Recomendaciones de acción inmediata.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
21	¿Qué pasa si existiera una restricción en la tubería de entrada a la bomba?	Causaría vaporización del líquido y cavitación dentro de la misma. Ocurriría una caída de presión, la cual provocaría un mal funcionamiento en la bomba.	No se tienen restricciones en la tubería de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acción inmediata.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
22	¿Qué pasa si se instalarán los accesorios restrictivos o codos cerca de la apertura de entrada a la bomba?	Aumentaría la cavitación en la bomba. Se tendría una caída de presión. Podría ocurrir una turbulencia en el flujo.	No se tienen instalados accesorios restrictivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Acción inmediata.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
23	¿Qué pasa si se instala un reductor concéntrico en la entrada de la bomba?	Aumentaría la cavitación. Existiría un mal funcionamiento de la bomba. Ocurriría una caída de presión. Existiría una acumulación de vapor que puede inferir en el funcionamiento de la misma.	No se tienen instalados accesorios reductivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación de la bomba. Debe usarse siempre un reductor excéntrico, cuando se reduce el diámetro de la tubería a la entrada de la bomba, y cuando exista la posibilidad de que dentro de la misma haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Considerar la recomendación si fuera el caso.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
24	¿Qué pasa si en la instalación se inclina la tubería hacia arriba en dirección a la bomba?	Cavitación de la bomba. Existiría vaporización en la tubería de entrada a la bomba.	Se tiene una válvula de retorno automático (By-pass).	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación de la bomba. En la instalación se debe hacer un desnivel en la tubería de una o dos pulgadas, en diez pies de longitud entre la bomba y el tanque de almacenamiento, ya que permitirá que el gas fluya hacia el tanque y sea reemplazado por el líquido.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Considerar la recomendación si fuera el caso.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
25	¿Qué pasa si existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías (mayor de 15 m) a la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento, esta cavitaria. Se tendría una vaporización continua por largo tiempo durante el cual la bomba está llena de vapor.	La tubería de entrada a la bomba es menor de 15 m. Se tiene una válvula de retorno automático (By-pass). Paro de emergencia.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación del sistema de conducción.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Considerar la recomendación si fuera el caso.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
26	¿Qué pasa si la bomba no girara?	Posible vibración. Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor. Retardo en la operación.	Ninguna.	1	1	1	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

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

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Blackmer LGLD3								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
27	¿Qué pasa si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del interruptor?	Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor. Retardo en la operación.	Paro de emergencia.	1	1	1	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

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

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

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

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

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

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
34	¿Qué pasa si el suministro de electricidad de la red pública (CFE) falla en el momento en que el sistema contra incendio está operando?	Ninguno. En caso de fallo de la red de energía eléctrica, la bomba del motor eléctrico quedaría fuera de operación pero entraría en su relevo la bomba acoplada al motor de combustión.	Se cuenta con una bomba de motor de combustión acoplada al sistema contra incendio	2	1	2	<p>Cambiar el gas l.p. que suministra a la bomba de motor de combustión interna por diésel. Además asegurarse que la bomba cuente con batería suficiente.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>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.</p> <p>Se recomienda analizar la factibilidad de la instalación de una planta generadora de electricidad.</p>	<p>Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero</p> <p>Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís</p> <p>Recomendaciones de acción inmediata.</p> <p>La factibilidad de la planta generadora la determinará la unidad de verificación en la materia de instalaciones eléctricas.</p>

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

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
35	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio falla?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución cuenta con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) y uno de carretilla de 68 kg ubicado en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís La instalación de una bomba Jockey se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.

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

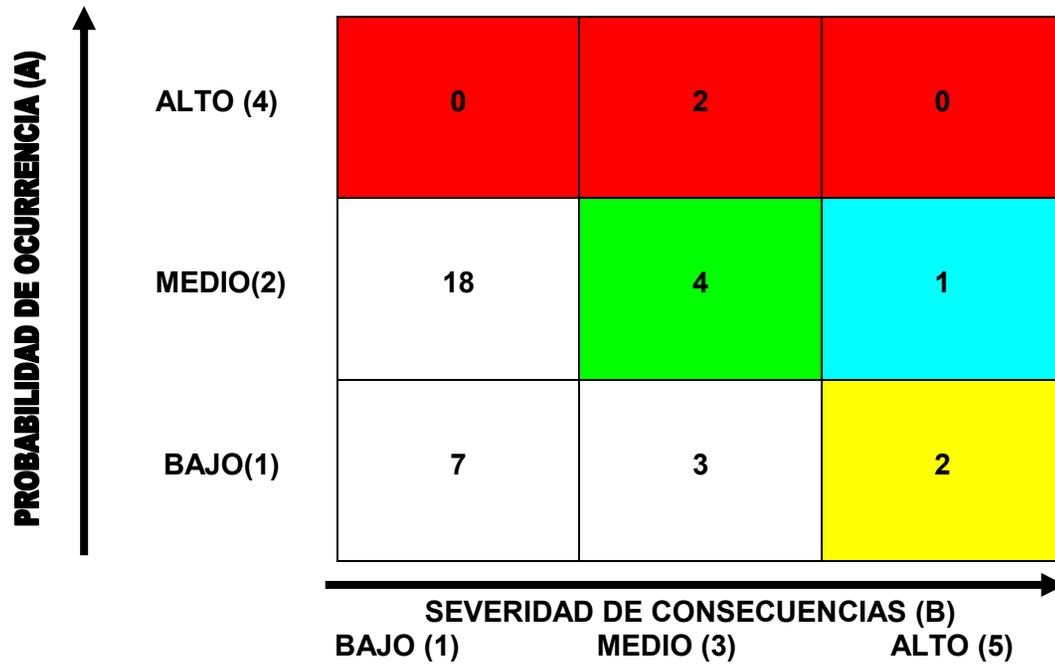
Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio.								
Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
36	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio fallara por falta de suministro en la cisterna?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución contará con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) y uno de carretilla de 68 kg ubicado en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Mantener la capacidad de la cisterna como mínimo al 70% de su nivel máximo.	Gerente de operaciones: Ing. Juan Carlos Cossio Madero Encargado seguridad industrial: Ing. Jorge Luis Álvarez Solís Recomendación de acción inmediata.

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

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

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

Interpretación de la Matriz de Resultados



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

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

4. Determinación de los escenarios de riesgo.

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

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

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

Evento 1

Área: Recepción.

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

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

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

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

Evento 2

Área: Recepción.

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

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

En tanto subirá la temperatura de la fase líquida hasta que comienza a evaporarse, esto aumentará la presión interna del recipiente. *Cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad.* La capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente es de 223.349 m³/min.

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

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

Evento 3

Área: Recepción.

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

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

Evento 4

Área: Suministro.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de cierre rápido, provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tendrá 1.2 m. y un diámetro de 51 mm, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **424 L/min.**

En el diseño de las plantas la conexión de las mangueras que van a los vehículos de suministro, están conectadas a un punto de fractura, y estos a su vez, a una válvula de cierre rápido, 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 424 L/min. La segunda se refiere a la emisión por la liberación de GLP en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro.

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

Evento 5

Área: Almacenamiento

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

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

La capacidad de desfogue de cada una de las válvulas es de 259.18 m³/min, según lo indicado en la memoria técnico descriptiva del proyecto mecánico.

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

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

Evento 6

Área: Almacenamiento

a) (BLEVE del tanque de Almacenamiento)

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

Es de mencionar con gran énfasis, que debido a que su principal objetivo es la venta de este combustible para los cálculos solicitados se considerará que su contenido está al 80%, ya que en el caso del evento catastrófico de la BLEVE es más probable que se presente un evento de esta índole cuando el tanque no está lleno. De la situación planteada se propondrá suponiendo que impacta al recipiente de almacenamiento de **125,000 litros volumen agua al 100%, pero por seguridad se considera que éste se encuentra al 80 %** de su capacidad al momento del accidente, esto es **100,000 litros**. De igual forma se propone el evento suponiendo que impacta un recipiente de almacenamiento de **110,000 litros volumen agua al 100%**, el cual se encuentra al **80 %** de su capacidad al momento del accidente, esto es **88,000 litros**.

Se consideran los efectos producidos por la sobrepresión derivada de la BLEVE del tanque de almacenamiento, tomando en cuenta los niveles de 1 lb/plg² y 0.5 lb/plg².

b) (Radiación Térmica)

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

En este caso se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación térmica de 1,500 BTU/h·ft² (5 kw/m²) y 440 BTU/h·ft² (1.4 kw/m²) que producen las afectaciones indicadas en la tabla de tolerancias presentada.

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

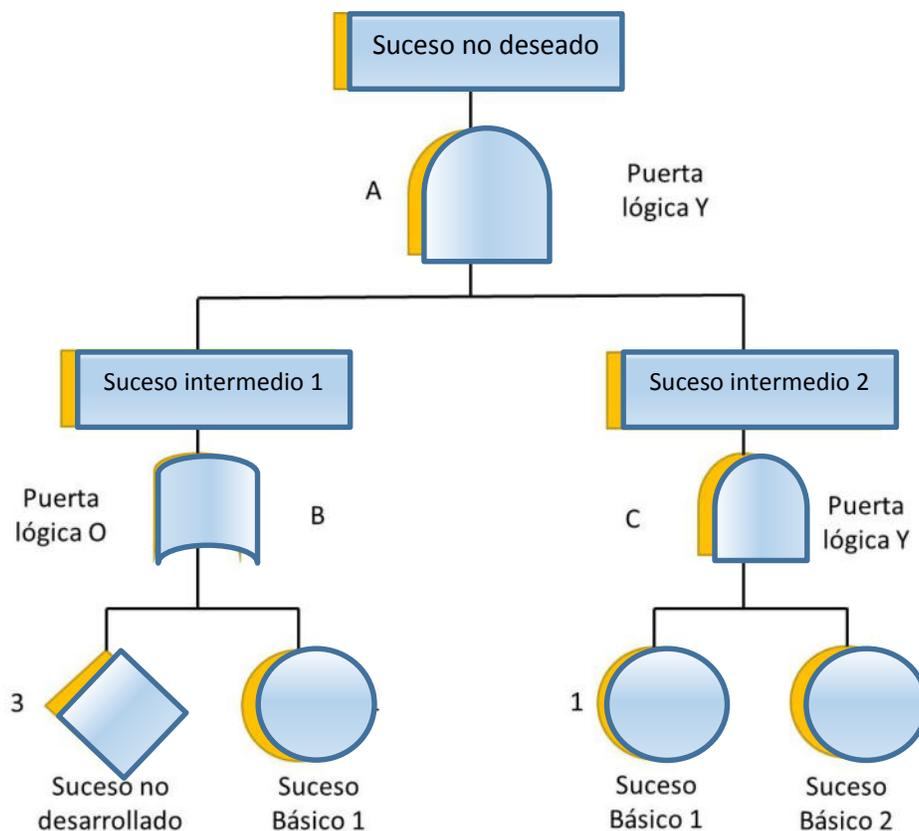
ÁRBOL DE FALLAS. (FTA. Fault Tree Analysis)

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

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

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

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



Representación del árbol de fallas

Construcción del árbol de fallas

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

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

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

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

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

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

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

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

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

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

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

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

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

Relación causa – efecto: líneas _____

Sucesos:

SC: Suceso capital, de cabecera o complejo.

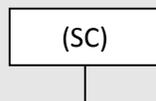
SI: Suceso intermedio.

SB: Suceso básico iniciador, causal o sencillo.

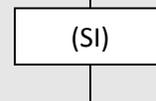
SND: Suceso no desarrollado porque no hay información o porque no se considera necesario. Se procesa como un SB.

SN: Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB.

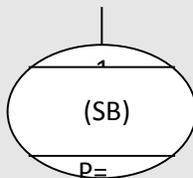
Suceso capital:



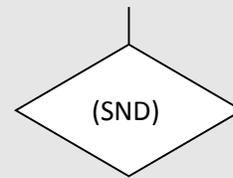
Suceso intermedio:



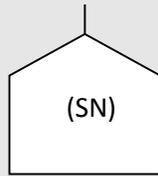
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

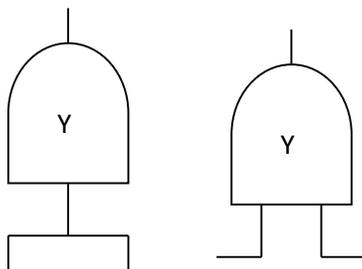


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta "Y":

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

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

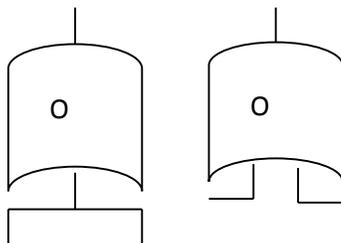


PUERTAS "Y"

La puerta "O":

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

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



PUERTAS "O"

Símbolos de transferencia:

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

Principal (remite a:)



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

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

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

1. Fuga y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
2. Fuga y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
3. Explosión en el área de almacenamiento de Gas L.P. (tanque de 125 m³, tanque de 110 m³)
4. Fuga y explosión en el muelle de llenado de recipientes transportables.

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

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

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

NOTA₁: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferente bibliografía, al final del estudio se presenta la bibliografía correspondiente.

NOTA₂: Esta metodología se realiza para hacer conciencia de que la probabilidad de ocurrencia es muy baja, casi improbable de que suceda, sin embargo, es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación. Las medidas de seguridad se enlistan en los apartados VI.5.1 del presente estudio.

Se anexa a continuación su aplicación.

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

No.	Evento	Probabilidad de ocurrencia
1	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (toma de recepción: descarga de semirremolques).	4.44×10^{-5} (No se ha presentado en 10 años)
2	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (válvula de seguridad del semirremolque) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0×10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
3	Explosión tipo BLEVE del semirremolque (explosión mecánica del recipiente tipo no transportable) para el transporte de GLP .	1.66×10^{-16} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
4	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de suministro (toma de suministro) de GLP.	5.66×10^{-5} (No se ha presentado en 10 años)
5	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de almacenamiento de GLP (válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0×10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
6	Explosión tipo BLEVE de un recipiente de almacenamiento de la instalación , cuya capacidad es de 125,000 litros al 100% o de 110,000 litros al 100%	41.15×10^{-27} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)

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

Eventos máximos probables:

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

Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Evento catastrófico:

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

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

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

$$RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO$$

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

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

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

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

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

7. Descripción de los modelos de evaluación de consecuencias.

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



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).
- Llamorada (Flashfire).
- Bola de fuego (Fire Ball).
- BLEVE.

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

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

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

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

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

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

BLEVE.

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

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

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

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

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

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

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE.

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

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

Termodinámica de la BLEVE.

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

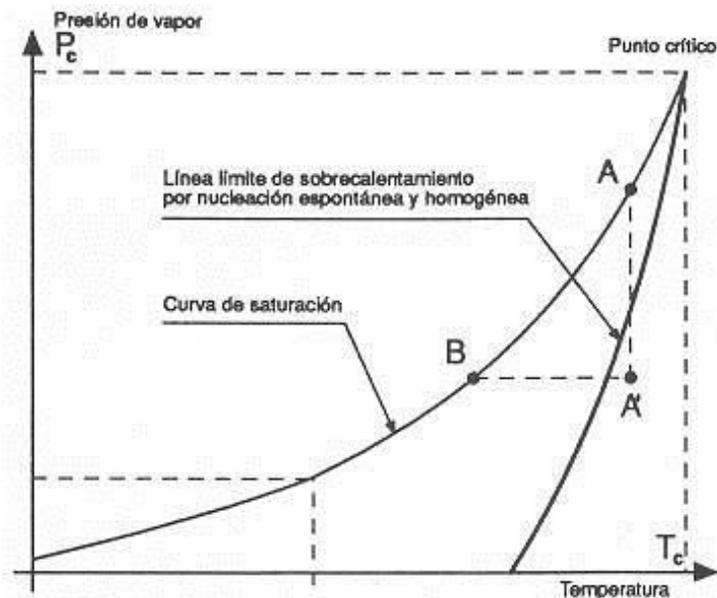


Fig. A: Curva de saturación P-T

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

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

Así por ejemplo, en la figura A podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A. Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

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

Consecuencias de la BLEVE.

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

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

- 1. Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).**
- 2. Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional).**
- 3. Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial).**

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

Consecuencias de una BLEVE

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

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

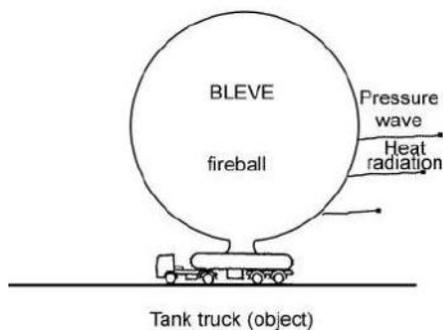
Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

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

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

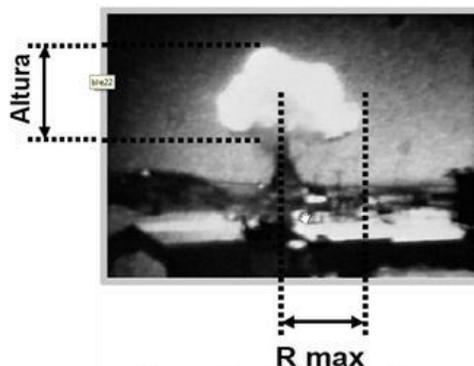
La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión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

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



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

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



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

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

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

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de $10 kW/m^2$ durante solo 0.4 s antes de que se sienta dolor.

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

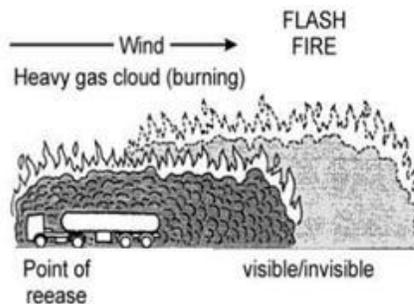
LÍMITES DE INTENSIDAD POR RADIACIÓN TÉRMICA (BANCO MUNDIAL 1988)		
INTENSIDAD (kW/m^2)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.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

Cabe mencionar que para definir y justificar las zonas de seguridad por al entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de alto riesgo: $5 kW/m^2$, zona de alto por daño a equipo: 37.5 y $12.5 kW/m^2$ y la zona de amortiguamiento: $1.4 kW/m^2$.

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

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

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



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

Los efectos de este tipo de incendio son:

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

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

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

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

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

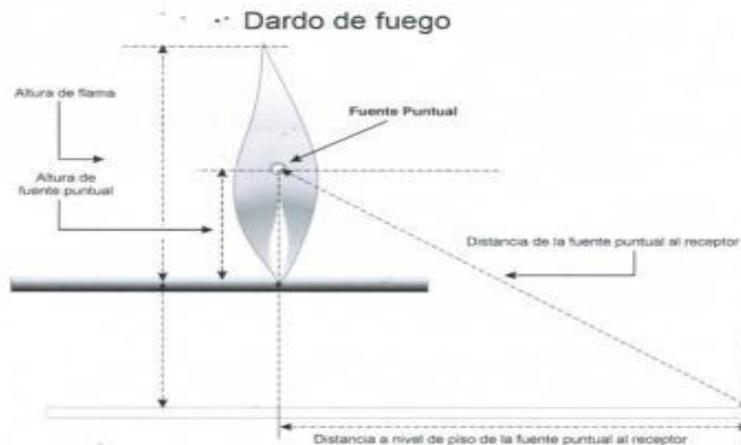
DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

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

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

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

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



MODELOS DE DISPERSIÓN.

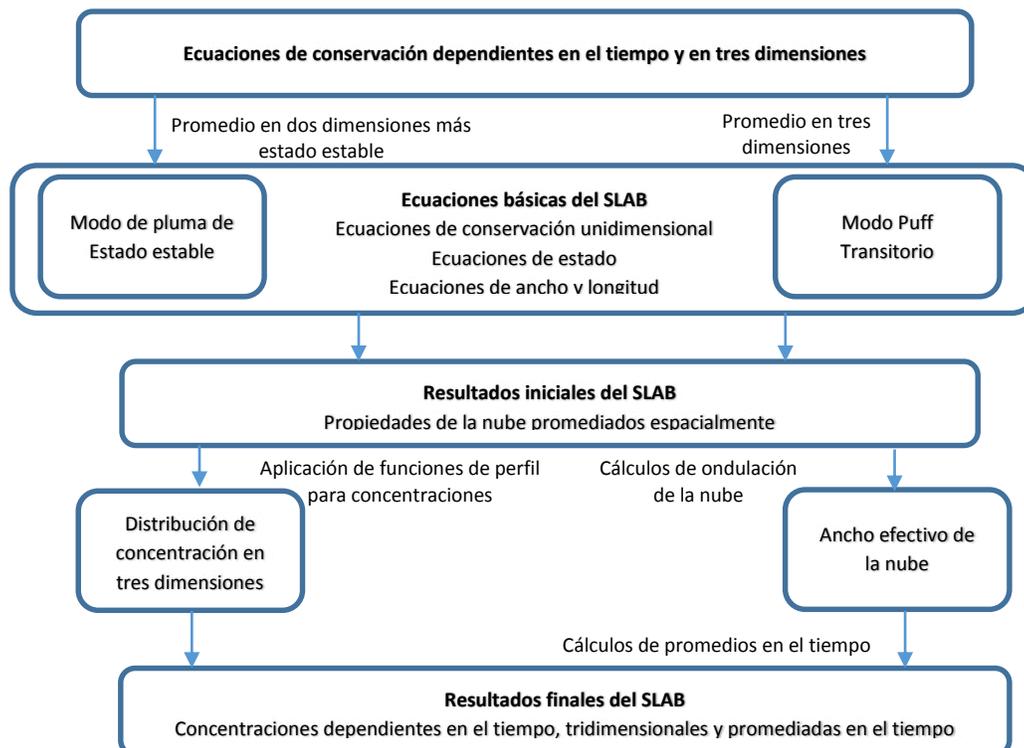
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

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

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

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

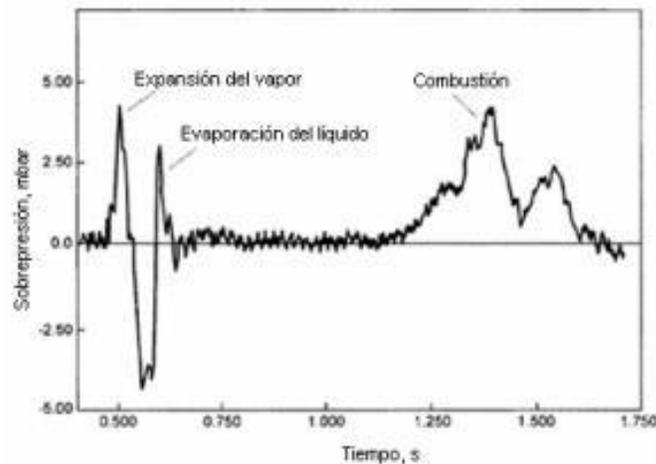


ONDA DE SOPRESIÓN.

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 viaja en el aire circundante disipando energía. Durante la explosión los valores de las propiedades dinámicas aumentan rápidamente luego descienden a valores por debajo de los atmosféricos y finalmente evolucionan y se estabilizan en condiciones atmosféricas.

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



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

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

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

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS.

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

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

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas (*Explosión detonante*). Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes (*Explosión deflagrante*).

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los límites de inflamabilidad de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son deflagraciones y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados.

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

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

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

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

Los siguientes valores se emplearán como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE.

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

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

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, $\alpha = 0.03 - 0.04$). Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosiones de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

EFFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN A DIFERENTES SOBREPRESIONES.

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.
0.4	Torre de enfriamiento: falla de las mamparas. 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	
4	Demolición de edificios de estructura de acero. Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible.
5	Reactor químico: partes internas dañadas. Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados.
5 – 7	Ventilador: carcasa y cajas dañadas.
6	Destrucción casi completa de casa Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe 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.

7.5	Reactor catalítico: partes internas dañadas. Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas
7 – 8	Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
9	Paredes de ladrillo completamente destruidas Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados Reactor químico: unidad destruida
9.5	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
10	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida Cambiador de calor: unidad destruida Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos Destrucción total de edificios Daños severo a maquinaria pesada Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida Transformador eléctrico: unidad destruida
12	Ventilador: unidad destruida. Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos Filtro: unidad destruida Reactor catalítico: unidad destruida Columna de extracción: unidad destruida
14	Turbina de vapor: controles dañados Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe Bomba: líneas de fuerza dañadas
16	Turbina de vapor: tubería rota Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes
20	Recipiente vertical a presión: unidad destruida
>20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida Bomba: unidad se mueve de sus cimientos
300	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos Límite del cráter

8. Análisis (evaluación de consecuencias).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador **SCRI – Fuego**.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

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

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Application of Refined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

9. Zonas de Salvaguardas

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

Inflamabilidad

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

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

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

- 37.5 y 12.5 kW/m² – Zona de Alto Riesgo por daño a equipos
- 5 kW/m² – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m² – Zona de Amortiguamiento

Explosividad

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura.

En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- 10 y 3 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo por daño a equipos
- 1.0 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo
- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento



Diesgas, S.A. de C.V.

Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana,
tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto,
Estado de Guanajuato

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO II

**Descripción de las zonas de protección en torno a las
instalaciones.**

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Como parte de la evaluación de Riesgo Ambiental, y con base en los eventos de mayor probabilidad de ocurrencia, se determinan los radios potenciales de afectación en caso de que se llegasen a presentar estos, y para su delimitación se aplicó modelos matemáticos así como el uso del simulador **SCRI – Fuego** para validar cada uno de estos.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican a continuación:

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

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

A continuación se presenta el desarrollo del cálculo de los eventos más probables y el de mayor daño crítico.

Consideración para los cálculos.

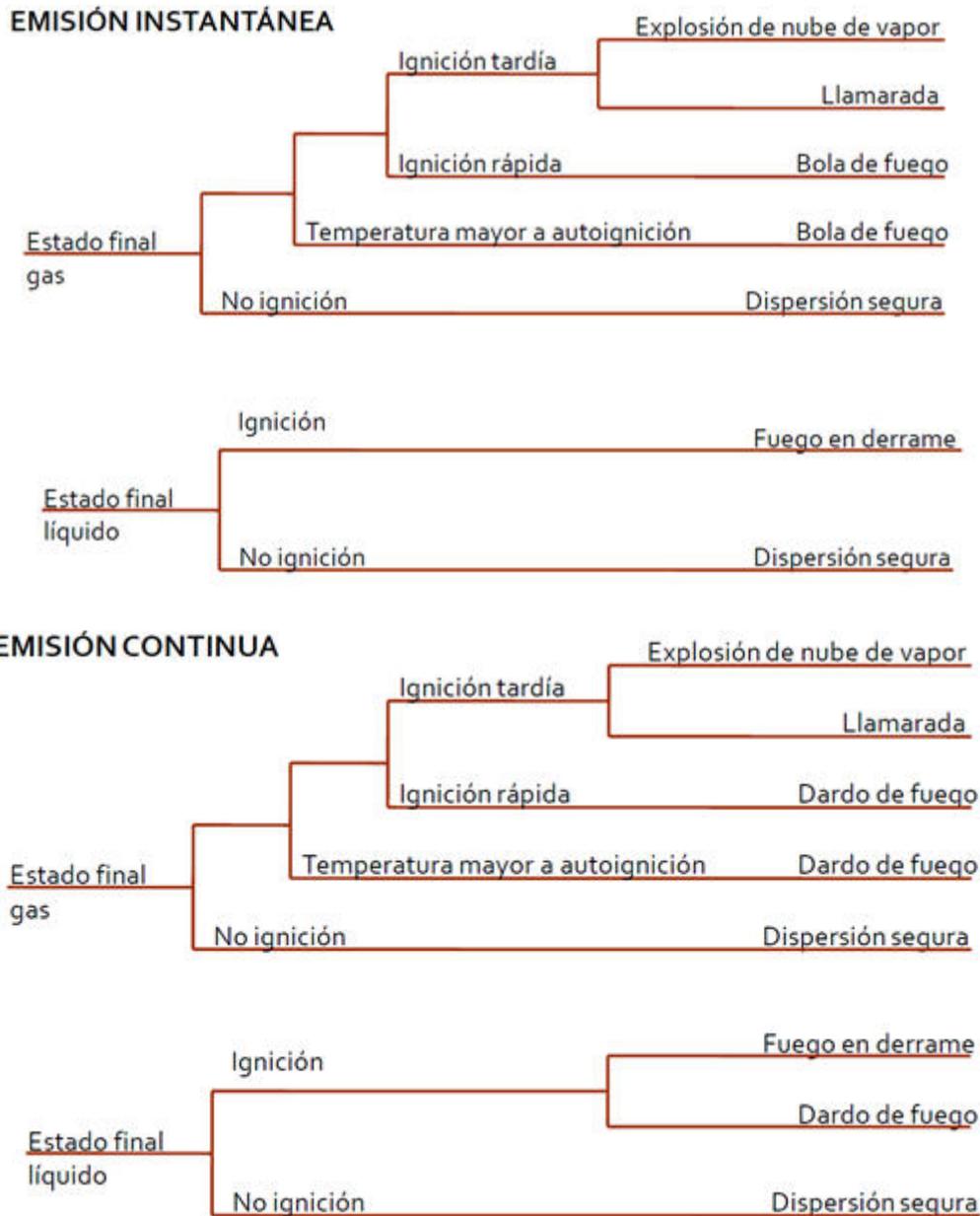
Las emisiones accidentales de gas l.p. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada (“Puff”) y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho (“Plume”), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las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

Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:

1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:



Por otra parte, la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el software SCRI – Fuego Ver. 2.0, el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

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

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de distribución de gas l. p. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (**eventos 1 y 4**) con respecto a los eventos demás (**eventos 2 y 5**), pero en caso de presentarse, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Si bien, la probabilidad del evento **3** es prácticamente improbable, este es considerado como el **evento iniciador** que desencadena el evento **6**, que es el evento considerado como catastrófico (el de menor probabilidad, pero de mayor daño), por lo que para efectos de cálculos del presente estudio, únicamente se consideran dichos eventos, además, esto con el fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

VER EL DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS A CONTINUACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	T	18.1	°C	Fuente: Estación meteorológica del INIFAP denominada Los Tecolotes, Apaseo el Alto localizada al Suroeste del proyecto entre las coordenadas geográficas 20°25'48" N y 100°36'00" W y la herramienta WRPLOT View y la Estación Meteorológica 00011105 denominada AMECHE de un periodo de 1951-2010 (Normales Climatológicas, CNA).
Velocidad del viento.	u	0.65	m/s	
Humedad relativa del sitio.	H _w	59.25	%	
Presión atmosférica.	P _A	0.983	bar	
Presión de vapor del Gas L.P. a T _{amb} .	P	455148.7333	Pa	Constantes de <i>Antoine</i> para el Gas L.P. A = 3.930032 B = 856.7074 $\log_{10} P^{sat} = a - \frac{b}{T+c-273.15}$ C = 243.7396 Valores obtenidos de "The properties of gases and liquids" Fifth edition. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell.
Factor de explosión.	E	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico)
Calor de combustión de TNT.	HC _{TNT}	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)
Capacidad promedio del semirremolque.	V _r	47,500	L (litros)	Datos obtenidos del fabricante.
Presión de diseño del semirremolque.	P _{ds}	17.58	kg/cm ²	
Presión de diseño del tanque de almacenamiento.	P _{dt}	17.6	kg/cm ²	

Las propiedades del gas l.p. (mezcla Propano (60%) / Butano (40%)) son calculadas por concentración molar a una temperatura de referencia de 18.1 °C:

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.71	44.10	58.12
Punto de ebullición (°K)	247.73	231.11	272.65
Temperatura crítica (°K)	391.95	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4.067 E+06	4.248 E+06	3.796 E+06
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.22	0.20	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión constante y temperatura de interés (J/kg.°K)	1678.19	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a temperatura de ebullición (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	591.82	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2271.06	2252.25	2292.47
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPC (SLAB)	--	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometria (%)	9.50	4.0	3.10
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333.0	45719.0
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

ESCENARIO 1
TOMA DE RECEPCIÓN
(DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA)

FUGA Y EXPLOSIÓN DE GAS L.P. DE UNA NUBE NO CONFINADA, A CAUSA DEL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DURANTE LA DESCARGA DE GAS L.P. DEL SEMIRREMOLQUE A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA TOMA DE RECEPCIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida	ρ líquido	591.820	kg/m ³
Longitud de la manguera	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido	L	1.5	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: $(\pi d^2 / 4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.0020428 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (1.5 m)(0.0020428 m^2) = 0.0030642 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7 m)(0.0020428 m^2) = 0.0142997 m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen total = 0.0030642 m^3 + 0.0142997 m^3 = 0.0173640 m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 kg}{m^3} \right| 0.0173640 m^3 = 10.2763479 kg$$

Se supone que el escape accidental de **10.2763479 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

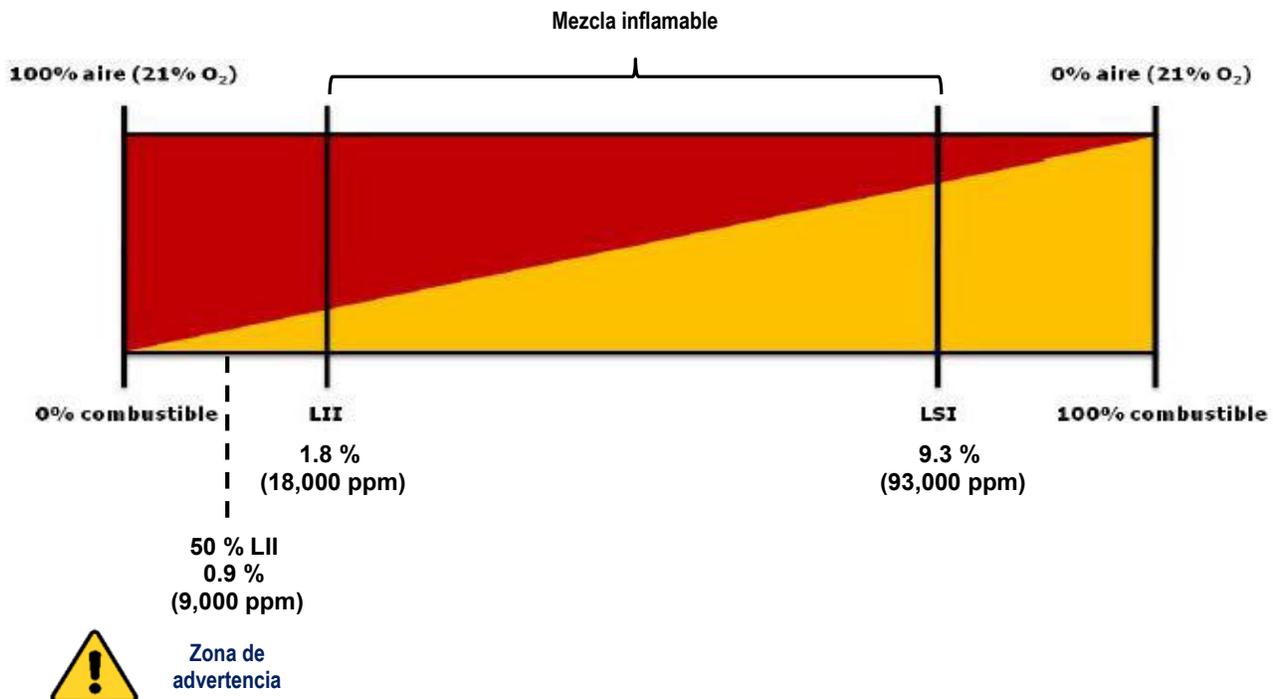
Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.00 hasta 1.04 m	3.93 m	3.96 m
L.I.I. 1.8%	0.01 hasta 0.30 m	2.34 m	2.34 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 0.30 m. El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 1.04 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 3.93 m y fatalidades en un radio de 2.34 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.



b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

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)				
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
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>	8.38 m	17.10 m	39.04 m	66.37 m

ESCENARIO 2

TOMA DE RECEPCIÓN (DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL SEMIRREMOLQUE)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SEMIRREMOLQUE	
Capacidad	47,500 litros volumen agua al 100%
Diámetro exterior	2.26 metros
Longitud	12.79 metros
Material lámina cabezas	SA-612
Presión de apertura	17.58 kg/cm ²
Presión de prueba hidrostática	1.3 veces la presión de diseño

Datos obtenidos de TRINITY INDUSTRIES DE MÉXICO <http://www.trinitymexico.com>

PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente	C	<u>223.3491</u>	m ³ /min
Tiempo de desfogue de la válvula de seguridad	t	1	min
Masa que forma una nube no confinada provocada por el desfogue de la válvula de seguridad.	m _{nube}	448.9317	kg
Altura de la parte inferior del recipiente a NPT	Ht	2.1	m
Altura del tubo de desfogue	Hd	2	m
Diámetro de la tubería de descarga	Dd	0.051	m

a) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

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
<i>Efectos de la explosión de la nube no confinada</i>	29.52 m	60.24 m	137.51 m	233.75 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR 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 vapor a través de la válvula de seguridad, debido a la sobrepresión en el semirremolque. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 37.5 kW/m², 12.5 kW/m², 5 kW/m² y 1.4 kW/m²

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
Distancia de afectación a 37.5 kW/m²	Distancia de afectación a 12.5 kW/m²	Distancia de afectación a 5 kW/m²	Distancia de afectación a 1.4 kW/m²
13.43m	22.89 m	35.58 m	65.51 m

ESCENARIO 3

TOMA DE RECEPCIÓN

(BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE, DEBIDO A UNA FALLA EN LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE, LO QUE PROVOCARÍA UNA FUGA CONTINUA DE GAS L. P.)

PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación	%	0.8	%
Volumen en operación	V _r	38000	L
	V _r	38	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V _l	9500	L
	V _l	9.5	m ³
Masa del volumen en operación	mt	22,489.16	kg
Masa de la fase gas del volumen en operación	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar	%E	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm	T _b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T ₀	348.2515	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H _v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C _p	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E _{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m _{TNT}	105.427	kg

a) EXPLOSIÓN POR SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA TNT)

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	10.0 psi Distancia de la explosión	3.0 psi Distancia de la explosión	1.0 psi Distancia de la explosión	0.5 psi Distancia de la explosión
<i>Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente.</i>	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	Distancia de afectación a 37.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 12.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 5 kW/m ²	Distancia de afectación a 1.4 kW/m ²
<i>Daños causados por la radiación de la bola de fuego</i>	178.43 m	341.54 m	546.67 m	1019.54 m
<i>Máxima diámetro de la bola de fuego</i>	163.71 m			
<i>Altura al centro de la bola de fuego</i>	122.79 m			
<i>Duración de la bola de fuego</i>	12.7 s			

ESCENARIO 4
TOMA DE SUMINISTRO
(RUPTURA DE LA MANGUERA Y FRACTURA DE LA VÁLVULA DE GLOBO)

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de la bomba	Cap	0.378	L/min
Densidad de la fase líquida	ρ liq	591.82	kg/m ³
Densidad de la fase gas	ρ gas	2.01	kg/m ³
Longitud de la tubería gas líquido	L	3.5	m
Longitud de la manguera	L	7	m
Diámetro de la tubería	d	0.051	m
Diámetro de la manguera gas líquido	d	0.051	m
Tiempo de respuesta del plantero	t	0.5	min
Calor de combustión de TNT	HCtnt	4680.8424	kJ/kg
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y la tubería: $(\pi d^2 / 4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.051 m)^2}{4} = 0.00204282 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7 m)(0.00204282 m^2) = 0.014299744 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.5 m)(0.00204282 m^2) = 0.007149872 m^3$$

Volumen total: $0.014299744 + 0.007149872 = 0.021449617 m^3$

Peso de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 kg}{m^3} \right| 0.021449617 m^3 = 12.69431206 kg$$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$$(\rho_{liq})(V)(t) = masa Gas L.P. fugada bomba$$

$$Capacidad de la bomba = 424 L/min = 0.424 m^3/min$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3} \right) (0.424 m^3/min)(0.5 min) = 125.46584 kg$$

Masa total liberada:

$$\text{masa Gas L.P. fugada bomba} + \text{masa Gas L.P. manguera y tubería}$$

$$\text{masa}_{\text{total-liberada}} = 138.1601521 \text{ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO EMISIÓN INSTANTÁNEA

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	0.00 hasta 1.25 m	4.47 m	4.52 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.00 hasta 0.38 m	2.73 m	2.74 m
Para 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 carga del auto-tanque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 0.38 m. El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 1.25 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 a graves daños equipos en un radio de 4.47 m y fatalidades en un radio de 2.73 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.

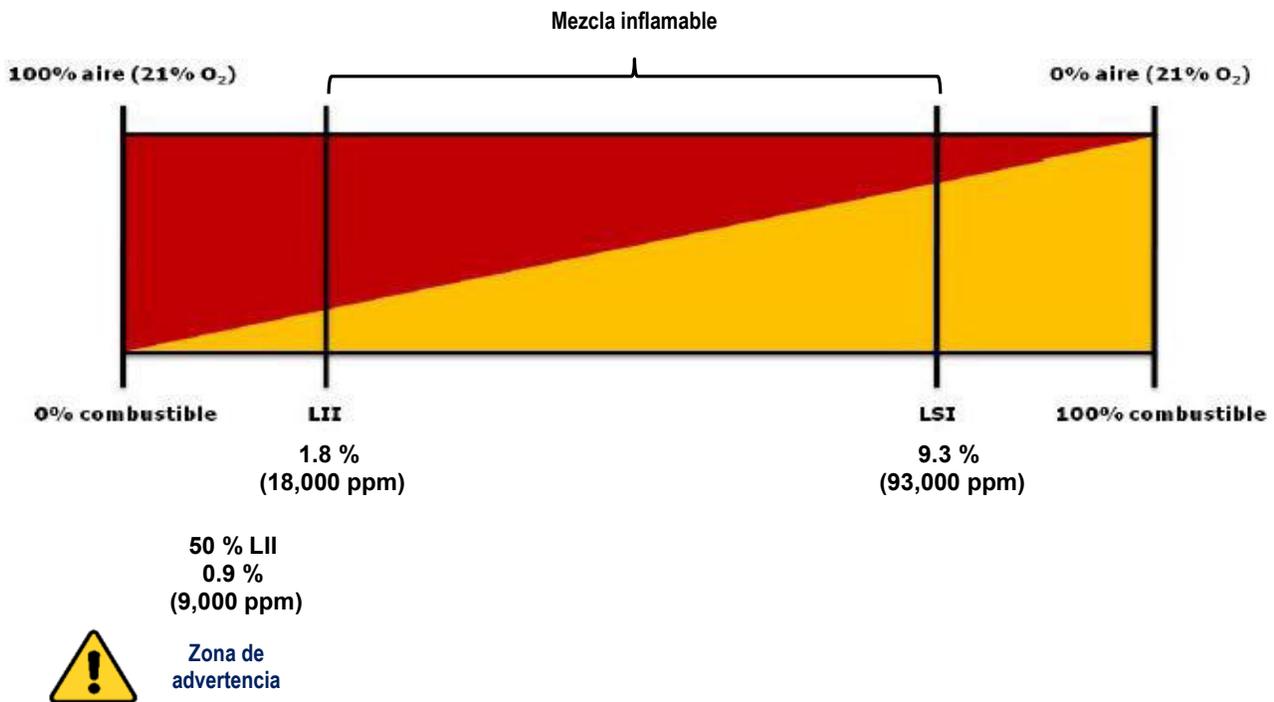
Se puede considerar que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba, es decir, la emisión en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal. La segunda por la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisión instantánea.

Por sus características previas a la liberación del material a la atmósfera, las emisiones y la posterior nube tendrán diferentes comportamientos y alcances.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.00 hasta 57.05 m	38.66 m	57.05 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.00 hasta 29.51 m	17.84 m	29.51 m
Para L.S.I. 9.3%	1.09 hasta 7.27 m	1.00 m	7.27 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 424 L.P.M. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 29.51 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 57.05 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.



c) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

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. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 37.5 kW/m², 12.5 kW/m², 5 kW/m² y 1.4 kW/m²

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
<i>Distancia de afectación a 37.5 kW/m²</i>	<i>Distancia de afectación a 12.5 kW/m²</i>	<i>Distancia de afectación a 5 kW/m²</i>	<i>Distancia de afectación a 1.4 kW/m²</i>
10.20 m	17.35 m	26.95 m	49.60 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)				
MODELO DE EVALUACIÓN	<i>Distancia de la explosión a 10.0 psi</i>	<i>Distancia de la explosión a 3.0 psi</i>	<i>Distancia de la explosión a 1.0 psi</i>	<i>Distancia de la explosión a 0.5 psi</i>
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>	19.93 m	40.67 m	92.84 m	157.82 m

ESCENARIO 5 ZONA DE ALMACENAMIENTO

(DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO CON CAPACIDAD DE **93,000 L o 150,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTE SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD)

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente	C	131	m ³ /min
Masa que forma una nube no confinada provocada por el desfogue de la válvula de seguridad.	m _{nube}	<u>263.31</u>	Kg
Tiempo de desfogue de la válvula de seguridad.	t	1	Min
Altura de la parte inferior del recipiente a NPT	Ht	2.1	M
Altura del tubo del tubo de desfogue	Hd	2	M

a) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	10.0 psi Distancia de la explosión	3.0 psi Distancia de la explosión	1.0 psi Distancia de la explosión	0.5 psi Distancia de la explosión
<i>Efectos de la explosión de la nube no confinada</i>	24.71 m	50.43 m	115.11 m	195.67 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR 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 vapor a través de la válvula de seguridad, debido a la sobrepresión en el tanque de almacenamiento. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 5 kW/m² y 1.4 kW/m².

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
Distancia de afectación a 37.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 12.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 5 kW/m ²	Distancia de afectación a 1.4 kW/m ²
10.32 m	17.69 m	27.53 m	50.73 m

ESCENARIO 6 ZONA DE ALMACENAMIENTO

(BLEVE DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP CON CAPACIDAD DE **93,000 L Y 150,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTOS SE ENCUENTRAN AL 80% DE SU CAPACIDAD)

PARÁMETROS TANQUE No. 1

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		93,000	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	744,000	L
	V_r	74.4	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	18,600	L
	V_l	18.6	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	44,031.408	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	37.386	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	291.25	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	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}	63.6923	kg

a) EXPLOSIÓN POR SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA TNT)

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	10.0 psi Distancia de la explosión	3.0 psi Distancia de la explosión	1.0 psi Distancia de la explosión	0.5 psi Distancia de la explosión
<i>Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente</i>	15.48 m	31.59 m	72.11 m	122.58 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	Distancia de afectación a 37.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 12.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 5 kW/m ²	Distancia de afectación a 1.4 kW/m ²
<i>Daños causados por la radiación de la bola de fuego</i>	177.64 m	361.36 m	585.84 m	1098.70 m
<i>Máxima diámetro de la bola de fuego</i>	204.81 m			
<i>Altura al centro de la bola de fuego</i>	153.61 m			
<i>Duración de la bola de fuego</i>	15.5 s			

PARÁMETROS TANQUE No. 2

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		150,000	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	120,000	L
	V_r	120	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	30,000	L
	V_l	30	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	71,018.4	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	60.3	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	297.15	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	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}	102.7295	kg

a) EXPLOSIÓN POR SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA TNT)

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	10.0 psi Distancia de la explosión	3.0 psi Distancia de la explosión	1.0 psi Distancia de la explosión	0.5 psi Distancia de la explosión
<i>Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente</i>	18.15 m	37.05 m	84.57 m	143.75 m

b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	Distancia de afectación a 37.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 12.5 kW/m ²	Distancia de afectación a 5 kW/m ²	Distancia de afectación a 1.4 kW/m ²
<i>Daños causados por la radiación de la bola de fuego</i>	205.91 m	420.40 m	682.06 m	1279.55 m
<i>Máxima diámetro de la bola de fuego</i>	240.19 m			
<i>Altura al centro de la bola de fuego</i>	180.14 m			
<i>Duración de la bola de fuego</i>	16.7 s			

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).

Se anexa a continuación los Datos de especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados.

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de
"DIESGAS, S.A. DE C.V." Planta Apaseo El Alto

DAÑOS OCASIONADOS POR LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA DE GLP (ONDAS DE SOBREPRESIÓN)

- I. Explosión de una nube no confinada por la masa de GLP emitida a la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción.	8.38 m	17.10 m	39.04 m	66.37 m
4	Suministro.	19.93 m	40.67 m	92.84 m	157.82 m

- II. Explosión de una nube no confinada formada por la masa de GLP emitida a la atmósfera originada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente (Semirremolque y tanques de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	29.52 m	60.24 m	137.21 m	233.75 m
5	Almacenamiento.	24.71 m	50.43 m	115.11 m	195.67 m

Nota: La capacidad de desfogue de cada válvula de seguridad de los tanques de almacenamiento es de 131 m³/min.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN DARDO DE FUEGO

- I. Resultados relacionados con los daños causados por la radiación térmica producida por un dardo de fuego (Jet Fire).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
2	Recepción (semirremolque)	13.43m	22.89 m	35.58 m	65.51 m
4	Suministro	10.20 m	17.35 m	26.95 m	49.60 m
5	Almacenamiento	10.32 m	17.69 m	27.53 m	50.73 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE

- I. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en un recipiente (semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción (semirremolque)	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	15.48 m	31.59 m	72.11 m	122.58 m
	Almacenamiento (T-II)	18.15 m	37.05 m	84.58 m	143.75 m

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

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
3	Recepción (semirremolque)	178.43 m	341.54 m	546.67 m	1019.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	177.64 m	361.36 m	585.84 m	1098.70 m
	Almacenamiento (T-II)	205.91 m	420.40 m	682.06 m	1279.55 m

- II. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	EVENTO 3 RECEPCIÓN (SEMIRREMOLQUE)	EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-I	EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-II
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	204.81 m	240.19 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	153.61 m	180.14 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	15.5 s	16.7 s

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

I. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción	Distancia X=	Desde 0.0 hasta 0.30 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 1.04 m
		Y de exclusión=	2.34 m	Y de exclusión=	3.93 m
		Dist. Máx.=	2.34m	Dist. Máx.=	3.96 m
4	Suministro (emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 0.38m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 1.25 m
		Y de exclusión=	2.73 m	Y de exclusión=	4.47 m
		Dist. Máx.=	2.74 m	Dist. Máx.=	4.52 m
	Suministro (emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 29.51 m	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 57.05 m
		Y de exclusión=	17.84 m	Y de exclusión=	38.66 m
		Dist. Máx.=	29.51 m	Dist. Máx.=	57.05 m

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

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Cabe subrayar que la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, los cuales se indican en los puntos VI.3 y VI.4 de la presente guía. Asimismo, es importante señalar el daño probable o esperado a estos niveles definidos, es decir:

	Intensidad	Daño probable o esperado	Sobrepresión	Daño probable o esperado
ZAR por daño a equipos	37.5 kW/m ²	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	10.0 lb/plg ²	Posible destrucción total de edificios.
	12.5 kW/m ²	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.	3.0 lb/plg ²	Edificios con estructura de aceros distorsionados y arrancados de sus cimientos.
ZAR	5 kW/m ²	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.	1.0 lb/plg ²	Demolición parcial de casas, quedan inhabitables.
ZA	1.4 kW/m ²	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.	0.5 lb/plg ²	Daño parcial en muros no reforzados, las personas que estén de pie o caminando pueden caer por la onda de sobrepresión.

Se anexa a continuación los Datos de especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados.

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

La definición y justificación de las zonas de seguridad al entorno de la instalación se sustenta en los criterios que se indican a continuación:

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo por daño a equipos	37.5 kW/m ² 12.5 kW/m ²	10.0 psi 3.0 psi
Zona de alto riesgo	5 kW/m ²	1.0 psi
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	0.5 psi

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación del **EVENTO CATASTRÓFICO (de menor probabilidad pero de mayor daño) el cual corresponde a la BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 150,000 litros**, que por seguridad nunca se encuentran a más del 80% de su capacidad.

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

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

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo.

Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

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

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

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

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

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

SUCESO INICIAL.

Para que se diera el evento 6 que definimos como evento de menor probabilidad pero de mayor daño, debe presentarse el evento 3, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada.

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

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Paros automáticos.
- Válvulas de exceso de flujo.

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.

Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión el tanque de almacenamiento).
- Sistema de aspersion en área de almacenamiento.
- Hidrantes.
- Extintores.

Agentes externos.

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

Operaciones de emergencia

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

Flujo adecuado de información.

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

A continuación, se representan cada uno de los eventos **máximos probables 1 y 4** que presentan **mayor probabilidad de ocurrencia (con respecto a los demás)** y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo se representa el evento **3** que es el iniciador que desencadena el evento **6**.

Se anexa a continuación la representación de los radios de afectación de cada uno de los eventos evaluados.

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"*.

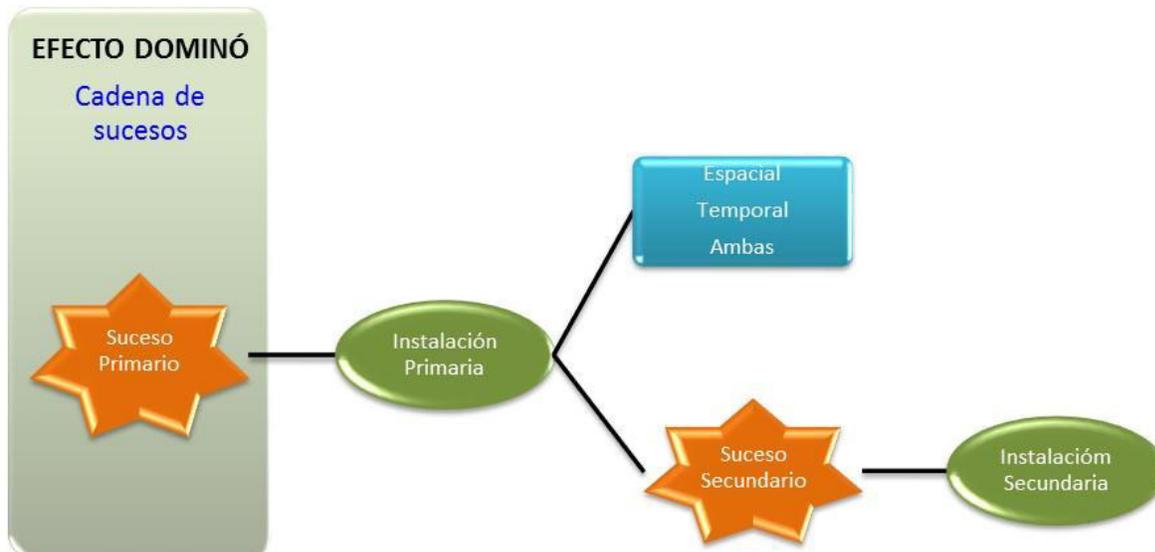
La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"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



Los eventos que se consideran tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones es la BLEVE de un recipiente presurizado (semirremolque y tanques de almacenamiento temporal de Gas L.P.), una vez que en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que, debido a la cercanía de los otros recipientes, se generaría un efecto dominó lo cual implica las explosiones del tipo BLEVE de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. restantes.

Como se ha mencionado en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP es resultado de la interacción de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. A su vez, siguiendo el mismo supuesto, se considera la BLEVE del recipiente restante con el que cuenta la empresa **Diesgas, S.A. de C.V.**

Se conoce que entre los efectos de una explosión tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

Es importante señalar que como posibles vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo que limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Cabe mencionar que a algunos autores consideran que entre un 30 y 50 % de los accidentes que involucran un evento dominó provienen de los efectos de onda de sobrepresión.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia). Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Por lo que en este apartado se presenta un análisis y evaluación de las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos definidas por los efectos de la BLEVE.

Aunque la radiación térmica emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento es la que posee mayores alcances, es de suma importancia resaltar que el *nivel de daño estará en función del flujo térmico recibido, el tiempo de exposición y la distancia a la que se encuentre el elemento de interés.*

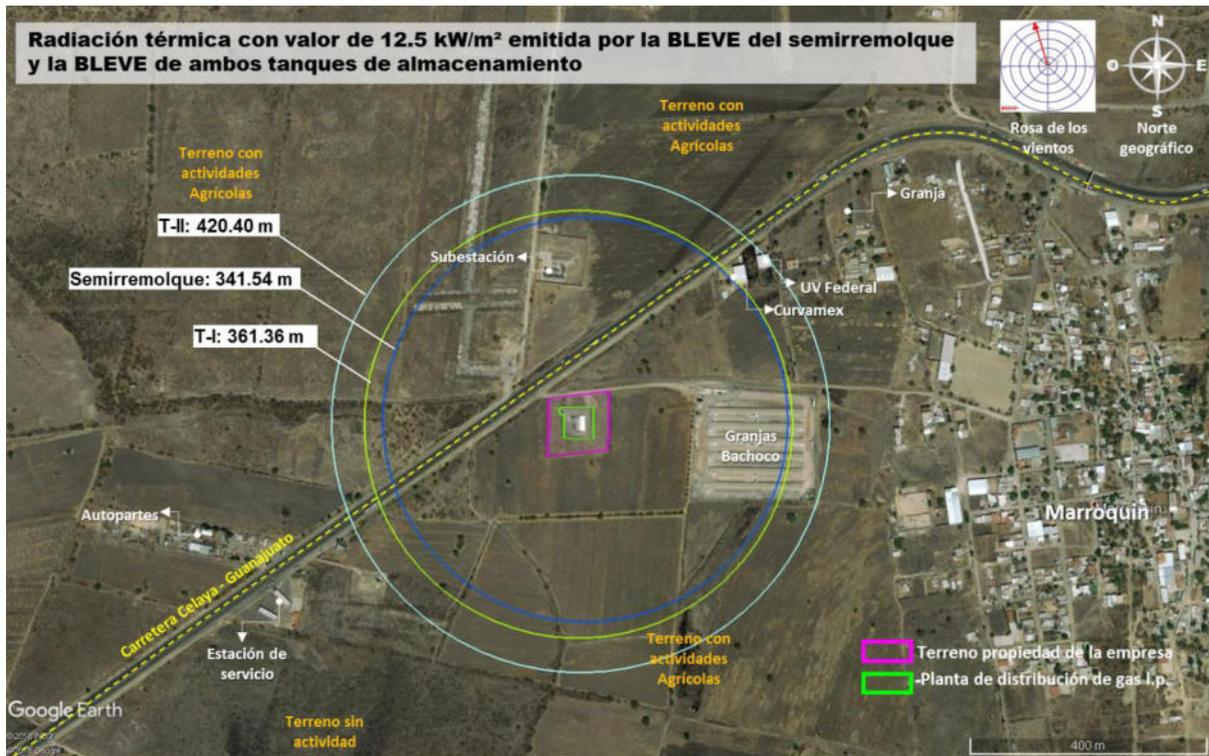
De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). "Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157; pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m²** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m²** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables.**

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayor emisión de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad **ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado.** El citado autor establece un límite de **tiempo** en torno a **20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.**

En caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE del semirremolque, de un tanque de almacenamiento de 93,000 y un tanque de almacenamiento de 150,000 litros y con un nivel de radiación de 37.5 kW/m² únicamente se afectaría a las instalaciones de propia empresa, los terrenos colindantes, la carretera Celaya Guanajuato y el camino de usos y costumbres.



Asimismo considerando la BLEVE del semirremolque, de un tanque de almacenamiento de 93,000 y un tanque de almacenamiento de 150,000 litros, en un radio de **341.54, 361.36 y 420.40 metros**, respectivamente, los cuales corresponden a un nivel de radiación de 12.5 kW/m², se verían afectados unas granjas bachoco a 199.31 m al este, una subestación eléctrica a 224.31 m al noroeste, la empresa curvamex a 317.07 m y la UV federal a 399.17 m al noreste.



Sin embargo, para que **se produzca la ignición** del elemento vulnerable este deberá recibir dicha radiación por un tiempo mínimo de 20 minutos, situación poco probable, una vez que esto supone que ante el desarrollo de un incendio secundario en estas instalaciones ninguna medida mitigante funcione. Asimismo, la corta duración de la bola de fuego, limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones; no eximiendo de esta forma que dicha radiación afecte a las personas o genere incendios secundarios.

Por tanto queda claro que el tiempo de exposición a la radiación incidente es un factor determinante para que se pueda desarrollar un efecto dominó, por lo que la actuación inmediata de los equipos y dispositivos de seguridad con que cuenta cada una de estas instalaciones reducirá la posibilidad de que esto suceda.

A continuación se analizará el vector de escalación por sobrepresión de ambas BLEVE.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas ondas con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia).

Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

En la siguiente tabla se presentan los daños a equipos en diferentes niveles de presión:

Tabla II.1. Daños a equipos a diferentes niveles de presión

Presión	Daño
20.00 kpa (2.9 psi)	Desplazamiento de soportes de acero Deformación de tubos 20% daño, proceso de planta 100% daño, tanque atmosférico 50% daño de equipo
27 kpa (3.92 psi)	Falla de un recipiente de acero
35.00 kpa (5.08 psi)	80% de daño de la planta de proceso
42.0 kpa (6.09 psi)	Falla de tubos Deformación de recipiente presurizado
47 kpa (6.82 psi)	Fallas en equipos no presurizados
55 kpa (7.98 psi)	20% de daño en tanque de petróleo de acero esférico
61.22 kpa (8.88 psi)	Falla catastrófica en tanque horizontal presurizado
69.0 kpa (10.01 psi)	Desplazamiento y falla de equipo pesado

Fuente: "Damage to Process Equipment Due to Pressure Loads"

A continuación se describen los radios de afectación arrojados por el Modelo de Sobrepresión provocado por nubes explosivas del software SCRI – Fuego 2.0. La **Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos** determinada por la **onda de sobrepresión** causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en los **recipientes de GLP (semirremolque y tanques de almacenamiento)** y por la explosión de la NVNC de masa emitida por el desfogue de la válvula de seguridad de dichos recipientes se tiene el siguiente análisis:

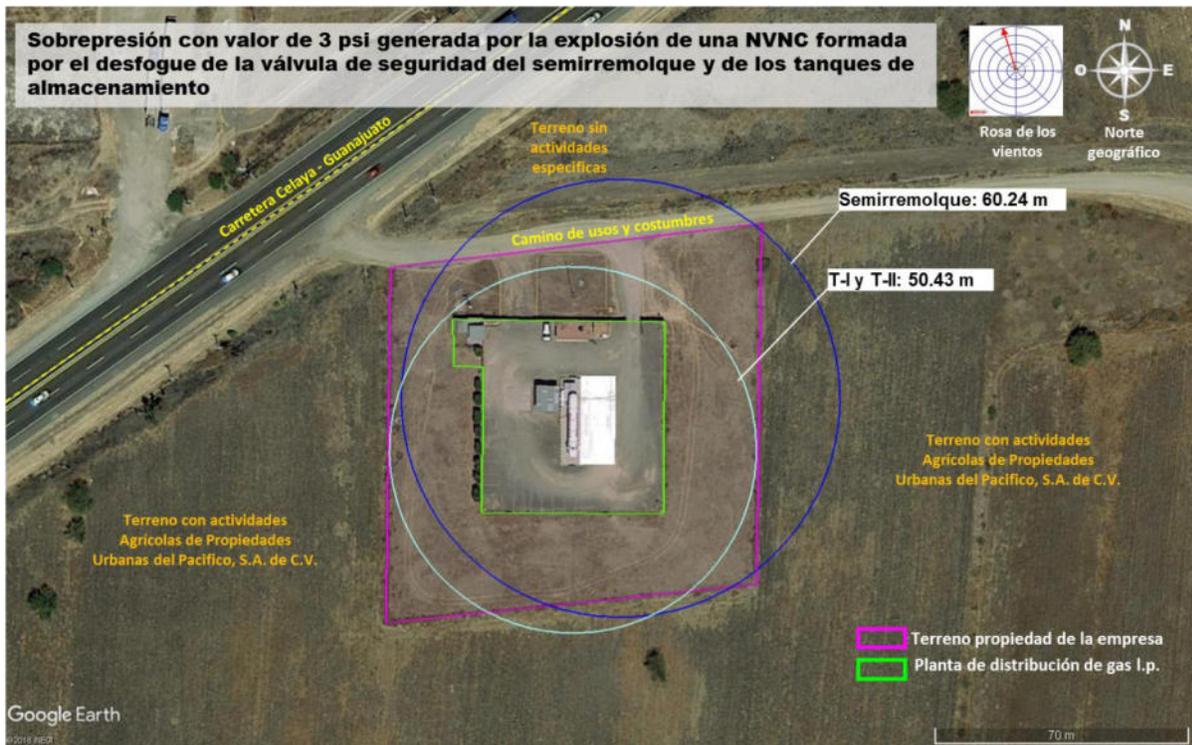
Tabla II.2. Radios por sobrepresión del semirremolque y tanques de almacenamiento

Equipo	Presión	NVNC (desfogue válvula seguridad)	Sobrepresión por BLEVE de tanque de almacenamiento
Semirremolque	3.0 psi	60.24	37.25
T-I		50.43	31.59
T-II			37.05
Semirremolque	10.0 psi	29.52	18.25
T-I		24.71	15.48
T-II			18.15

Radios de sobrepresión generadas por la BLEVE del semirremolque y la BLEVE de ambos tanques de almacenamiento.



Radios de sobrepresión generadas por la explosión de una NVNC formada por el desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque y de los tanques de almacenamiento.



MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

De acuerdo a lo anterior expuesto, el tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m³/min.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

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

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

Cada tanque cuenta con las siguientes características:

- Un medidor rotatorio marca Magnetel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro
- Un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro.
- Un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca Fisher, Modelo F199 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 984 L.P.M. (260 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A7539V6 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946.35 L.P.M. (250 G.P.M.).

- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor retorno Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación se indican las medidas básicas:

Sistemas de aspersión.

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

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

Tal rociado de agua forma parte de la instalación fija de agua contra incendios. La tubería está instalada simétricamente por arriba de cada tanque y son de 51 mm de diámetro.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 32 boquillas para el tanque 1 y 48 boquillas para el tanque 2. Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 L.P.M. y a una presión de 2.81 kg/cm².

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

En el caso de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con los siguientes dictámenes técnicos de conformidad con la ya mencionada Norma, emitidos por la Verificaciones Mexicanas, S.A. de C.V. UVSELP-133-C.

- **Dictamen técnico MX-205-15 con fecha de 19 de Abril del 2015**
- **Dictamen técnico MX-362T-18 con fecha de 13 de septiembre del 2018**

[Ver documentos en la sección de anexos.](#)

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Diesgas, S.A. de C.V.** está ubicada en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km. 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato con un predio con un área total de **10,045.3 m²**, de los cuales la planta sólo ocupa un área de **2,971.27 m²** donde se incluyen las modificaciones pretendidas a realizar. Además como acceso y salida a la planta, junto con el área de amortiguamiento envolvente se ocupará un espacio de **7,074.06 m²**.

La operación del presente proyecto es compatible con las políticas establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), con la finalidad de dar cumplimiento y contribuir al mejoramiento sustentable del sitio donde se ubica la planta, la cual se encuentra dentro de la Región Ecológica 18.20, UAB 52 denominada Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo con una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

En relación al requerimiento que exige la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia.

En este sentido, se determina que las actividades de la instalación son compatibles con los lineamientos señalados en las líneas anteriores, además, de considerar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

Por lo que se concluye que si bien en el radio de la zona de alto riesgo por daño a equipos definida por el evento catastrófico no se ubican instalaciones de tipo comercial y de servicios que puedan ocasionar una interacción de riesgo, no obstante, existe la posibilidad de que la BLEVE de uno de los tanques instalados en la planta desencadene un efecto domino con el otro recipiente.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Con base en el análisis de consecuencias de los eventos máximos probable y catastrófico se determinaron las zonas totales de alto riesgo por daño a equipos, alto riesgo y amortiguamiento.

Para el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero de mayor daño), el cual corresponde a la BLEVE del tanque de mayor capacidad (150,000 litros de agua al 100%) ya que la planta opera con dos tanques de almacenamiento las zonas totales de afectación equivalen a 205.91, 420.40, 682.06 y 1,279.55 metros, Dichas distancias corresponden a 37.5, 12.5, 5.0 y 1.4 kW/ m², respectivamente, considerando la combustión del contenido total de los tanques al 80%.

Asimismo, en la MIA se ha definido el Sistema Ambiental considerando el radio del área de amortiguamiento por radiación térmica de 1.4 kW/m², correspondiente a **1,279.55 metros**. Por lo que para señalar los puntos de interés inmersos se hará referencia al **Sistema Ambiental**.

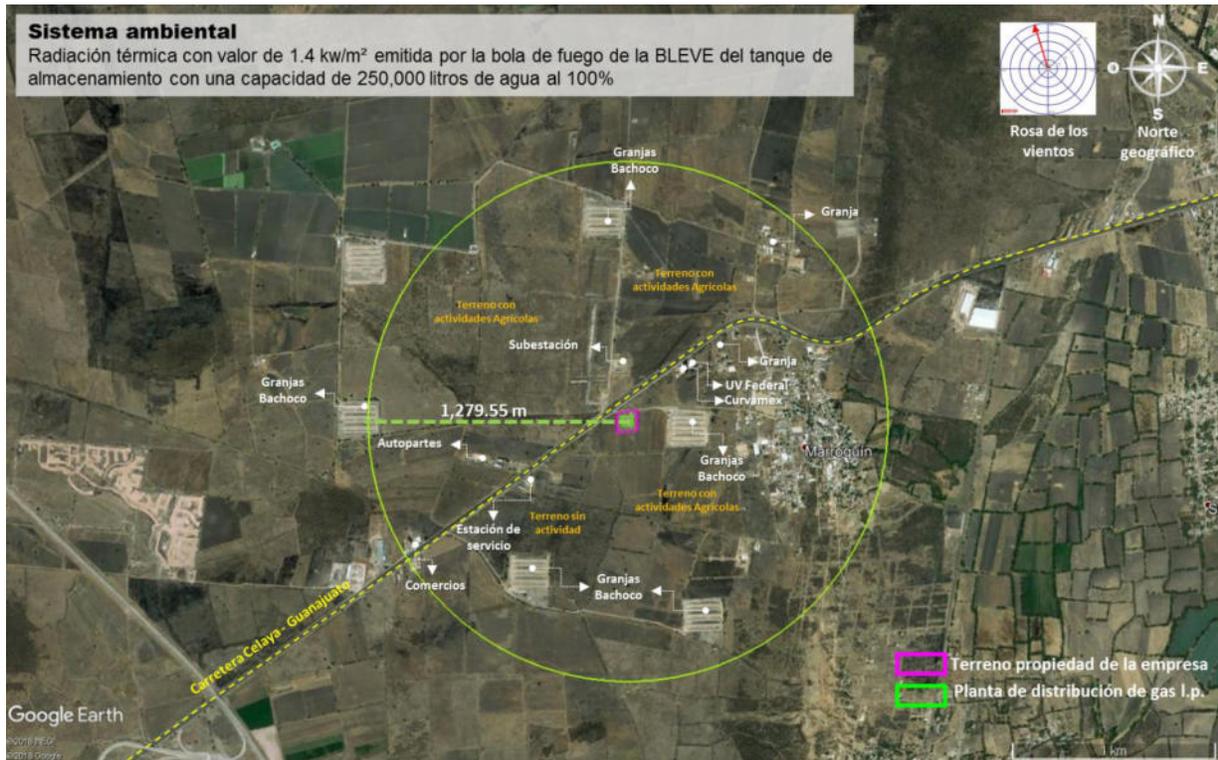


Figura II.1. Sistema Ambiental

En este sentido, se tiene que los puntos de interés inmersos dentro de estas zonas son los siguientes:

- ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

La planta por su ubicación se ve influenciada directa e indirectamente por la dinámica de la población de Marroquín

Respecto a las características económicas delimitadas en el Sistema Ambiental, el Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2010 reporta que en la población de Marroquín el 42,45 % mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 55,08% de los hombres y el 29,92% de las mujeres).

Las actividades primarias son las más preponderantes, siendo las actividades agrícolas y pecuarias más frecuentes. También se localizan establecimientos económicos como una estación de servicio, una subestación, establecimiento de autopartes, así como granjas propiedad de la empresa Bachoco.

A continuación se presenta la distribución de comercios presentes en el área del sistema ambiental y que forman parte de la dinámica comercial en la que se integrará la empresa.

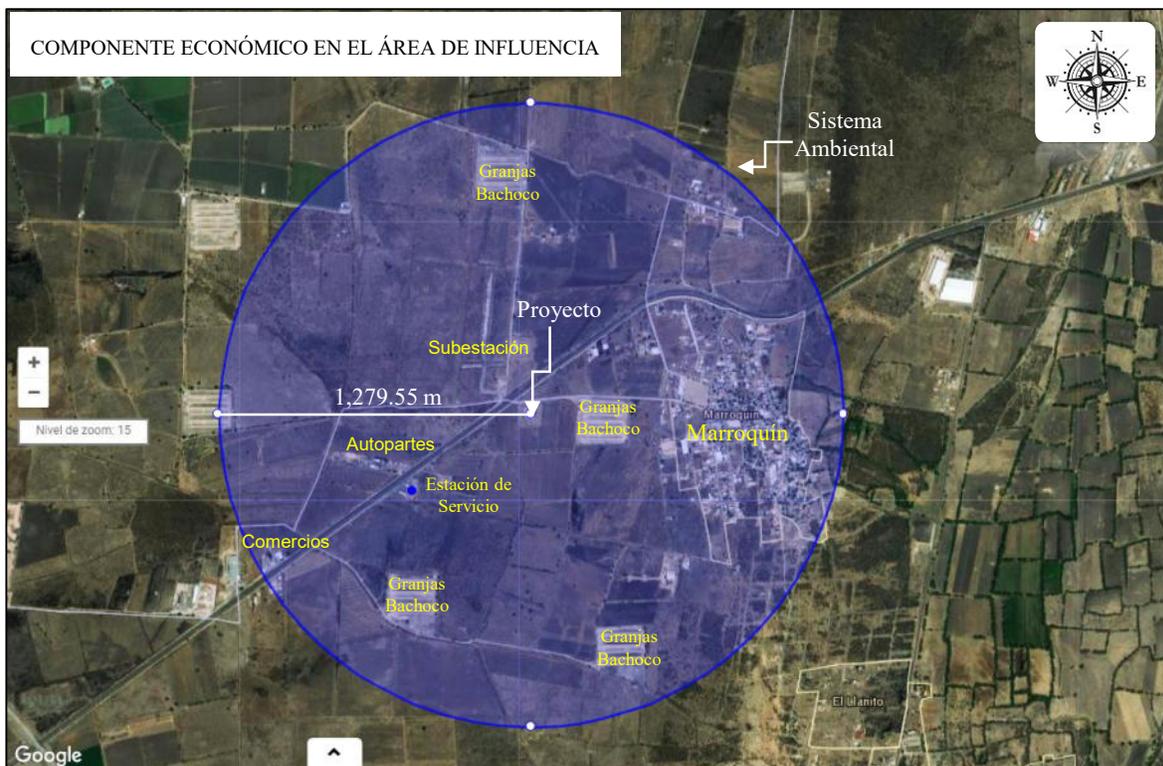


Figura II.2. Unidades Económicas en el Sistema ambiental.

Fuente: Directorio Nacional de Unidades Económicas 2016. INEGI.

- ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Las características socioeconómicas de los conglomerados poblacionales localizadas en el Sistema Ambiental se determinaron con las siguientes herramientas de INEGI:

- Inventario Nacional de Viviendas, 2016.
- Espacio y Datos de México, 2016.
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2016.
- Principales resultados por localidad (ITER-Guanajuato).

Cabe mencionar que el proyecto se localiza totalmente en los límites del municipio de Apaseo El Alto, asimismo, el polígono del Sistema Ambiental abarca completamente la población de Marroquín así como algunas viviendas particulares.

Por ello para el proyecto en particular se describirán las características demográficas y económicas del Municipio de **Apaseo El Alto** y la población de **Marroquín**.

Características demográficas de Apaseo El Alto

En la tabla II.3 se observan características demográficas del municipio de Apaseo El Alto, en donde se observa una población total de 64,433 (INEGI, 2010), de la cual la población femenina es la que cuenta con mayor proporción.

Asimismo, en la tabla II.4 se observa que el porcentaje de población del municipio con respecto al Estado en 1990 era de 1.22 %, para el 2010 disminuyó a 1.17 %.

Tabla II.3 Población del municipio de Apaseo El Alto.

Característica	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	22,552	26,554	27,200	27,639	31,177
Mujeres	24,903	27,810	29,617	30,303	33,256
Total	48,455	54,364	56,817	57,942	64,433

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.

Tabla II.4. Indicadores de población del municipio de Apaseo El Alto.

Característica	1990	1995	2000	2005	2010
Densidad de población del municipio(Hab/km ²)	No Disponible	144.66	149.36	154.18	172.34
% de población con respecto al estado	1.22	1.23	1.22	1.18	1.17

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.

En cuanto a la población de Marroquín ubicada a 585 33 m al este de la planta de distribución de gas l.p. se obtuvo que para el año 2010 la población de Marroquín estaba conformada por 1,185 habitantes, de los cuales 590 son hombres y 595 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 1,008, y el índice de fecundidad es de 2,81 hijos por mujer. Asimismo, en el análisis espacial se observan viviendas de particulares al norte y suroeste del polígono del Sistema Ambiental, de los cuales no hay información disponible.

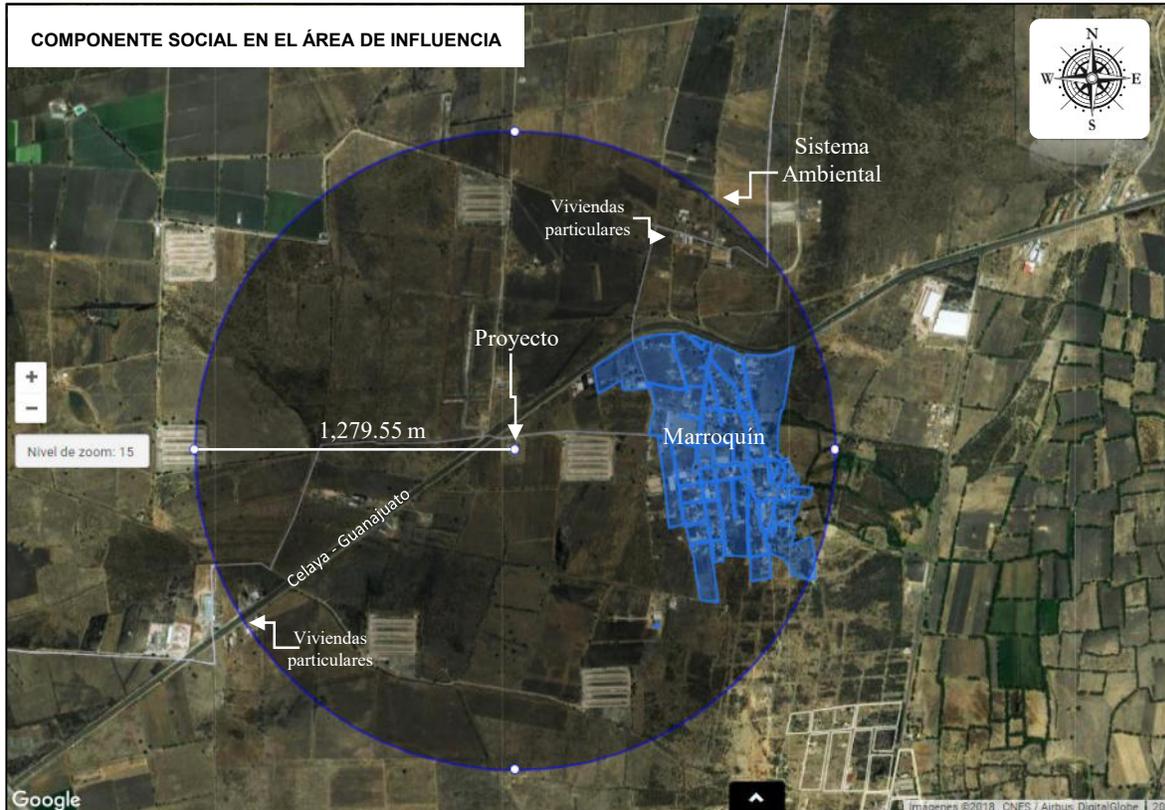


Figura II.3. Población influenciada en el Sistema ambiental.

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas, 2016.

Del total de la población de Marroquín, el 9,62% proviene de fuera del Estado de Guanajuato. El 6,16% de la población es analfabeta (el 4,24% de los hombres y el 8,07% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 6.30 (6.60 en hombres y 6.01 en mujeres). Asimismo, no se reportan para la población personas que hablan alguna lengua indígena.

En Marroquín hay 285 viviendas, de ellas, el 98,85% cuentan con electricidad, el 97,71% tienen agua entubada, el 95,80% tiene excusado o sanitario, el 77,48% radio, el 98,09% televisión, el 91,22% refrigerador, el 70,23% lavadora, el 60,69% automóvil, el 6,49% una computadora personal, el 20,99% teléfono fijo, el 67,18% teléfono celular, y el 1,91% Internet.

- ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Dentro del sistema ambiental no se encuentra algún Área Natural Protegida (ANP) de competencia estatal o federal. De acuerdo al mapa de áreas naturales protegidas proporcionado por la Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato, el área natural protegida más cercana es el cerro de Santa rosa y Jocoque ubicado a más de 14 km al noroeste de la planta de distribución de gas I.p.

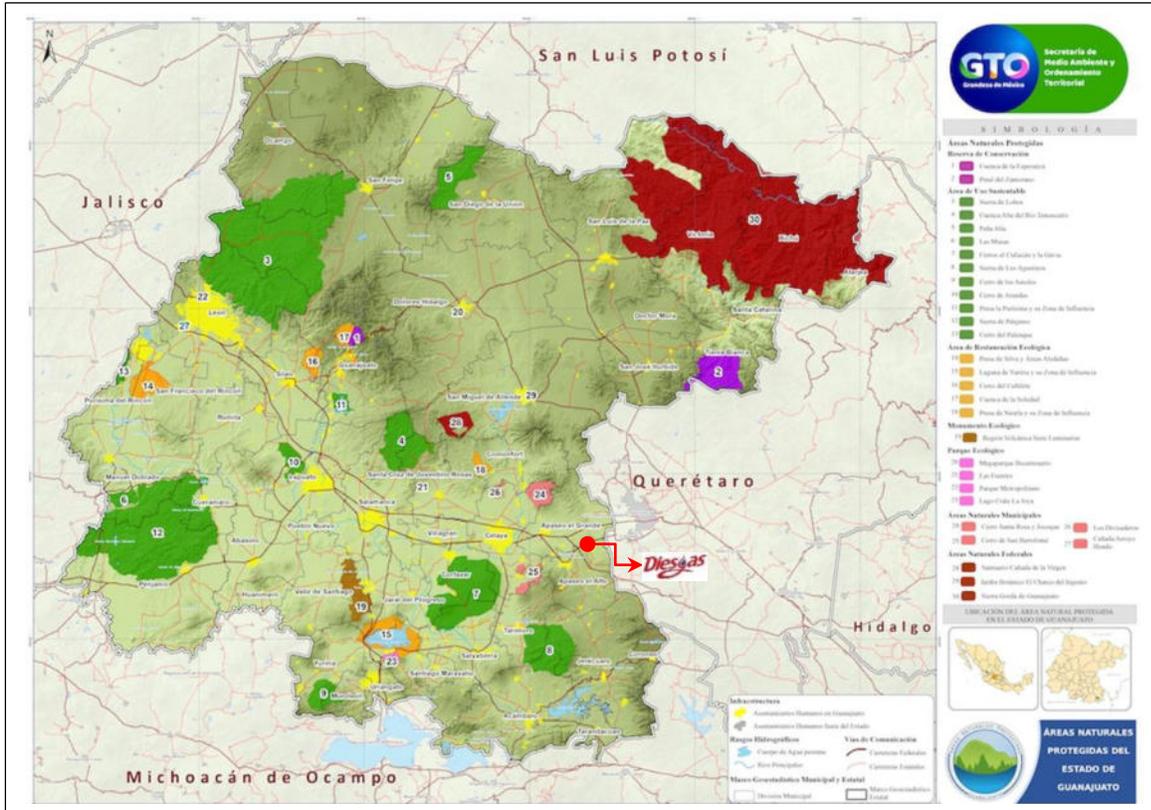


Figura II.4. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato
Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial

- CUERPOS DE AGUA.

El municipio de Apaseo el Alto forma parte de la Región Hidrológica (RH12) Lerma-Santiago, Cuenca (B) Lerma-Salamanca, y en su territorio inciden tres Subcuencas de escurrimiento:

La ubicada al sur del municipio Subcuenca (Ba) con 3021.61 has que corresponde a un 8.06% del territorio municipal y escurre sus aguas hacia los municipios de Jerécuaro y Tarimoro.

Al Oriente la Subcuenca (Hc) con 696.60 has correspondientes al 1.86% del municipio e escurre sus aguas hacia la cuenca del Río Laja en el municipio de Celaya.

Al centro y norte del municipio la Subcuenca (Hd) con una superficie de 33,771.01 has que corresponde al 90.07% municipal y vierte sus aguas hacia la cuenca del Río Querétaro en su paso por el municipio de Apaseo el Grande.

Hidrología superficial

El municipio se ubica en la cuenca del Río Lerma y cuenta con pocas corrientes importantes, los principales cuerpos de agua son: Presa de Gamboa, aguas abajo se une a las Presas de La China y Paredones, estas corriente juntas forman el Arroyo de Capula y que se une a los Arroyos el Pájaro azul y Santa Isabel, posteriormente se une a la presa de Mandujano, que vierte sus aguas al Arroyo del Sabino.

Asimismo, el Sistema Ambiental se localiza en la Cuenca Hidrológica Lerma-Santiago, Subcuenca Querétaro-Apaseo y Microcuenca 12HdQAP. En ésta delimitación se localizan dos cuerpos de agua lénticos de permanencia intermitente, una sobre la colindancia Oeste y otra al Sur.

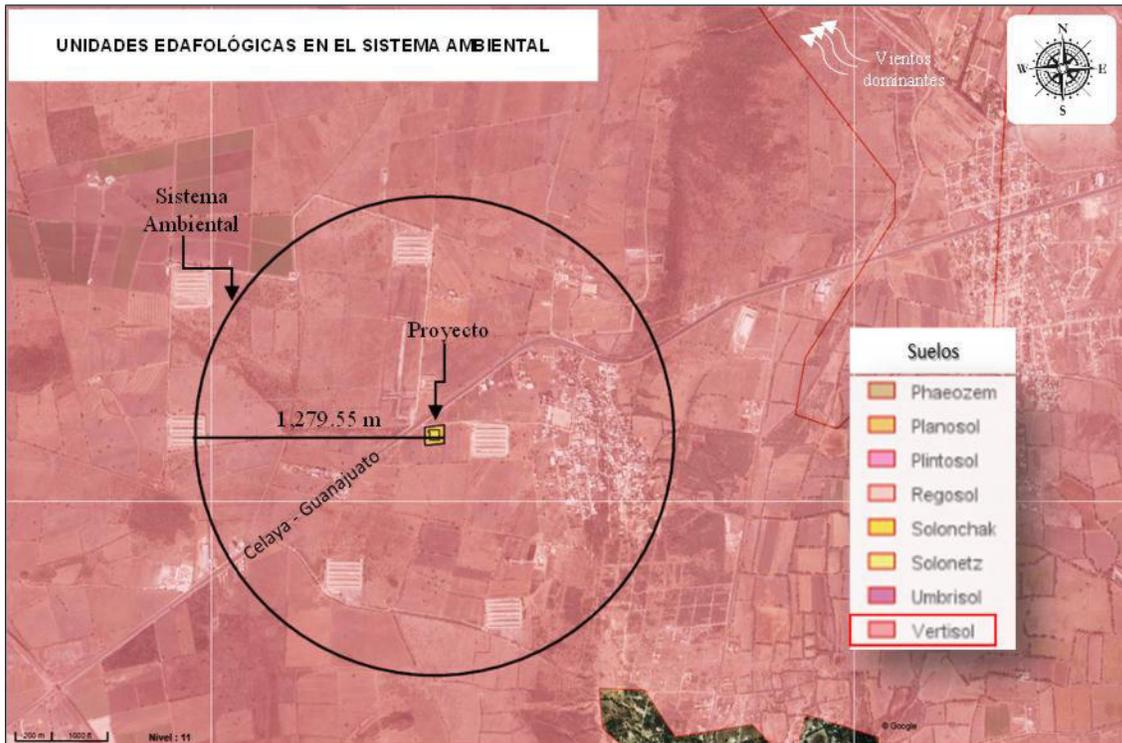


Figura II.5. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa digital. INEGI. Suelos.

Hidrología subterránea

En el municipio existen varios manantiales como: El Ojo de Agua, El Sabino, Agua Tibia, Los Baños. En Bartolomé de Agua Caliente se encuentra un manantial de aguas termales sulfurosas, con temperatura de 92°C.

Asimismo, el Sistema Ambiental se localiza sobre el acuífero con clave 1115 denominado Valle de Celaya, el cual tiene una superficie de 744,694.64 Ha, sin disponibilidad de agua subterránea.

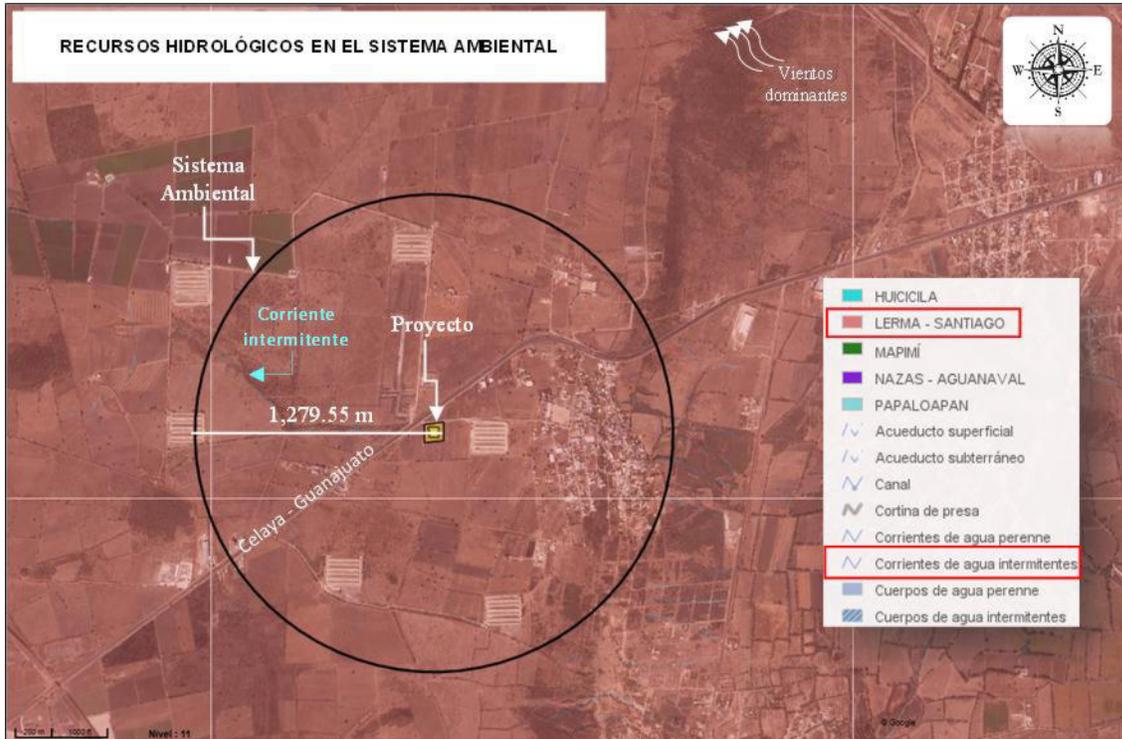


Figura II.6. Recursos Hidrológicos en el Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa digital. INEGI. Aguas superficiales. Cuencas hidrológicas.

Flora en el Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental se localizan dos usos de suelo: *agricultura de temporal* y *vegetación secundaria de selva baja caducifolia*. No obstante, en la siguiente figura se puede observar que el Área del proyecto se encuentra en un uso de suelo con vocación para *Agricultura de temporal*.

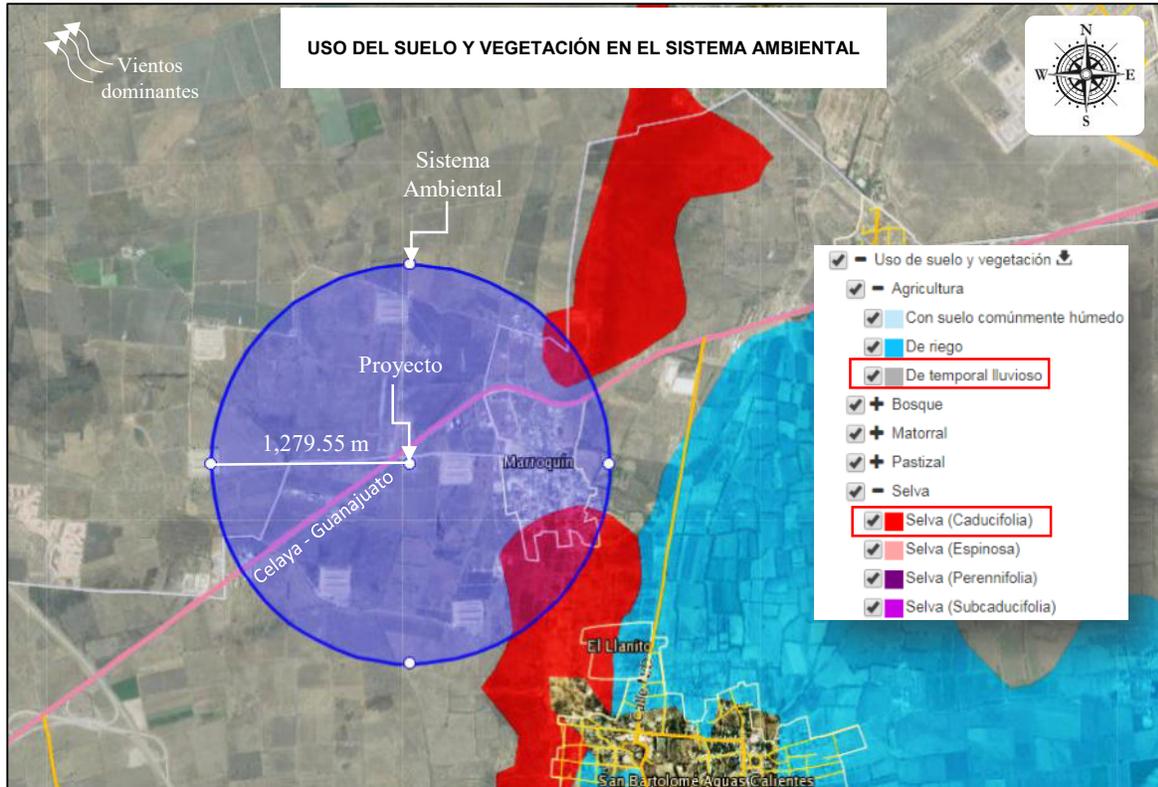


Figura II.7 Usos de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa digital. INEGI. Uso del suelo y vegetación.

Es importante señalar que el proyecto desde la instalación del proyecto en el año 2000, se reportó en la Autorización inicial de Impacto Ambiental donde el sitio era parte de una zona con vocación agrícola. Por lo que la afectación inicial no fue para el componente florístico del Área del Proyecto. Además, la vegetación natural del Sistema Ambiental se ha visto reducida, en parte por las actividades antrópicas de los habitantes del municipio de Apaseo El Alto con la apertura de espacios para el cultivo temporal, para uso pecuario como la instalación de granjas avícolas, entre otras actividades productivas desde antes de la instalación del proyecto.

Actualmente se observa que en el área que ocupan las instalaciones del inmueble mencionado que está delimitado por malla ciclónica existen ejemplares arbóreos, arbustivos y herbáceos mayoritariamente de ornato. Asimismo, como se puede observar en la siguiente figura, en los alrededores del proyecto se encuentran mayoritariamente espacios para la producción agrícola, mismos que están sometidos a constantes perturbaciones por el paso constante de maquinaria agrícola que han reducido sus poblaciones.



Figura II.8 Condiciones actuales de la flora en la planta de distribución de gas I.p. y alrededores.

Por lo anteriormente mencionado, y tomando en cuenta que la mayor parte de los predios son agrícolas y espacios de propiedad privada, en la siguiente tabla se reportan ejemplares florísticos que se encontraron en el radio del Sistema Ambiental en el recorrido realizado en campo, mismo que se efectuó septiembre del 2018 durante la temporada de lluvias.

Tabla II.5. Especies de flora registrada en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	No presente
Fabaceae	<i>Prosopis sp.</i>	Mezquite	No presente
Fabaceae	<i>Vachellia farsiana</i>	Huizache	No presente
Cactaceae	<i>Opuntia sp</i>	Nopal	No presente
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Cuajote azul	No presente
Burseraceae	<i>Bursera sp</i>	Cuajote	No presente
Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	Acacia	No presente
Fabaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Una de gato	No presente
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Ficus	No presente
Fabaceae	<i>Eysenhardtia sp</i>	Palo dulce	No presente
Agavaceae	<i>Agave sp</i>	Agave	No presente

Flora en la planta de distribución de gas l.p.

La vegetación del Área del Proyecto (10,045.3 m²) se encuentra reducida a ejemplares florísticos de ornato establecidos en las áreas verdes del predio. Por ello, la determinación florística fue de manera directa, realizando lo siguiente:

1. Se recorrió el área del proyecto delimitada por alambre de púas.
2. Se tomaron registros en una bitácora de campo de los datos morfológicos, nombre común y número de ejemplares de las especies localizadas.
3. Se tomó registro fotográfico de cada una de las especies localizadas.

El segundo momento consistió en la identificación de los ejemplares florísticos registrados, con apoyo de bibliografía especializada, claves taxonómicas y consulta de personal con conocimiento en el área. Asimismo, se obtuvo la abundancia absoluta y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada especie localizada.

En la siguiente Tabla se pueden observar los resultados obtenidos, donde los ejemplares florísticos son mayoritariamente de ornato. Teniendo a las especies más abundantes *Ficus sp* y *Vachellia farnesiana*, con 9 y 6 ejemplares, respectivamente.

Es importante mencionar que las especies localizadas no se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, en la siguiente tabla se pueden observar las especies florísticas localizadas en las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p.

Tabla II.6. Especies registradas en la planta de distribución de gas l.p.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Número de ejemplares	NOM-059-SEMARNAT-2010
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Ficus	9	No presente
Fabaceae	<i>Eysenhardtia sp</i>	Palo dulce	2	No presente
Fabaceae	<i>Vachellia farsiana</i>	Huizache	6	No presente
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Cuajote azul	1	No presente
Areaceae	<i>Phoenix sp</i>	Palma	1	No presente



Figura II.9. Ejemplares florísticos en el Área del proyecto.

b) Fauna

Fauna en el Sistema Ambiental

La identificación faunística del Sistema Ambiental, se realizó en la misma época de muestreo de la flora (septiembre de 2018). Se recorrieron los predios anexos al Área del proyecto en donde se pudo acceder, determinándose directamente las especies animales que fueran avistadas. Se registraron en bitácora de campo los datos morfológicos, nombre común y número de ejemplares y la evidencia fotográfica cuando fue posible.

En gabinete se identificaron los ejemplares florísticos registrados, con apoyo de bibliografía especializada, claves taxonómicas y consulta de personal con conocimiento en el área. Asimismo, se obtuvo la abundancia absoluta y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada especie localizada.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la siguiente tabla, en donde los ejemplares faunísticos son mayoritariamente de distribución cosmopolita, siendo las aves las mayoritarias. La familia Columbidea presenta la mayoría de los ejemplares localizados (11 ejemplares). Asimismo, los gorriones (*Passer domesticus*) y zanates (*Quiscalus mexicanus*) tuvieron una presencia de 5 y 6 ejemplares, respectivamente. Cabe mencionar que las especies listadas no se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.7. Fauna en el Sistema Ambiental.

Grupo faunístico	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Nº de ejemplares	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	3	No presente
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	2	No presente
		<i>Columbina inca</i>	Tortolita	6	No presente
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus sp</i>	Matraca	1	No presente
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	2	No presente
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	5	No presente
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraca negra	6	No presente
Reptiles	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	1	No presente

Fauna en la planta de distribución de gas I.p.

La determinación de la fauna en el Área del proyecto se realizó en septiembre de 2018, utilizando un muestreo directo. Se recorrió el área delimitada por alambre de púas (10,045.3 m²) y en cada vértice se realizaron observaciones para cada grupo faunístico (aves, mamíferos y reptiles). Al encontrar un ejemplar se procedió a anotar las características morfológicas de las especies avistadas y se tomó registro fotográfico.

Posteriormente en trabajo en gabinete, se procedió a identificar los ejemplares registrados, mediante bibliografía especializada, listados faunísticos de la región y apoyo de personal especializado en el área. La identificación se realizó hasta la categoría de género, en algunos casos hasta especie, dependiendo de su dificultad taxonómica.

Los resultados de la identificación de los grupos faunísticos se pueden observar en la siguiente tabla, únicamente se encontraron aves. Teniendo mayor representación los gorriones comunes (*Passer domesticus*) y golondrinas (*Hirundo sp*), mismas que no están en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.8 Fauna en la planta de distribución de gas I.p.

Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Número de ejemplares	NOM-059 SEMARNAT-2010
Aves	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	5	No presente
	Hirundinidae	<i>Hirundo sp</i>	Golondrina	2	No presente
	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota	2	No presente
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus sp</i>	Matraca	1	No presente
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraca negra	1	No presente



Figura II.10. Ejemplares faunísticos en la planta de distribución de gas I.p.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

TOMA DE RECEPCIÓN							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
1	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera en la toma de recepción durante la descarga de gas l.p.	10.0 psi: 8.38 m	ZR: 1.0 psi 39.04 m	ZA: 0.5 psi 66.37 m	Componente ambiental afectado: Atmósfera. Suelo.	Afectación relevante hasta 66.37 m. Infraestructura de la planta. Camino de usos y costumbres a 43.34 m al norte de la toma de recepción	Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable. Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Emisión instantánea de corta duración formando una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flashfire	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 0.30 m. en dirección del viento (eje X) y 2.34 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 1.04 m en dirección del viento (eje X) y 3.93 m en dirección perpendicular (eje Y).	3.0 psi: 17.10		Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8. Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta. Camino de usos y costumbres Asentamientos humanos: Ninguno.		

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y a la modificación de estructura de suelo, donde la vegetación presente en esta área corresponde a la que se menciona en las tablas II.5 y II.6.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Suspensión de actividades de operación. • Reconstrucción de infraestructura. • Uso de servicios de una compañía aseguradora. 	
MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivos y accesorios de seguridad. Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de globo en ángulo, válvula de no retroceso, una válvula de emergencia, un tanque estacionario de 300 litros, una mirilla, dos válvulas de cierre rápido y un filtro de canasta La línea de gas vapor con una válvula de globo en ángulo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia 2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción. Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. 3. Calzas de seguridad. En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4. Procedimientos por escrito. En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible. 5. Capacitación. El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. 6. Mantenimiento. La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado 1 extintor de polvo químico seco de 9 kg en la toma de recepción y 1 junto al compresor. 2. Agua a presión. Cobertura de esta área por el chorro de agua de un hidrante de 350 LPM de capacidad. 3. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). 4. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 5. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. Paros de Emergencia.

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
2	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>10.0 psi: 29.52 m</p> <p>3.0 psi: 60.24 m</p> <p>JET FIRE:</p> <p>37.5 kW/m²: 13.43 m</p> <p>12.5 kW/m²: 22.89 m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>ZR: 1.0 psi 137.51 m</p> <p>JET-FIRE</p> <p>ZR: 5 kW/m² 35.58m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>ZA: 0.5 psi 233.75 m</p> <p>JET-FIRE</p> <p>ZA: 1.4 kW/m² 65.51 m</p>	<p>Componente ambiental: Atmósfera Suelo</p> <p>Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8.</p> <p>Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <p>Zonas Vulnerables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camino de usos y costumbres • Carretera Celaya-Guanajuato • Granjas Bachoco • Subestación eléctrica 	<p>Afectación relevante hasta 233.75 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camino de usos y costumbres a 43.84 m al norte* • Carretera Celaya- Guanajuato a 89.28 m al noroeste* • Granjas Bachoco a 208.08 m al noreste* • Subestación eléctrica a 223.23 m al noroeste* 	<p>Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)</p>

*Distancia de la toma de recepción a la zona vulnerable

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN:

Ondas de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y de las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo.

Camino de usos y costumbres	43.84 m al norte a la toma de recepción	5.733 psi
Carretera Celaya- Guanajuato	89.28 m al noroeste a la toma de recepción	1.822 psi
Granjas Bachoco	208.08 m al noreste a la toma de recepción	< 0.62 psi
Subestación eléctrica	223.23 m al noroeste a la toma de recepción	< 0.62 psi

De acuerdo la referencia bibliográfica del simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas

DAÑOS POR RADIACIÓN:

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a la vegetación en los alrededores de la misma. En cuanto al daño a personas en un radio de 13.43 m hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 22.89 m hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 35.58 m esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 65.51 m no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m² es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m² podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición.

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	3086.61	447.68	0.22	177.07	0.46
10.00	746.23	108.23	0.77	199.53	2.22
20.00	153.92	22.32	2.80	104.43	2.44
30.00	66.83	9.69	5.64	73.10	3.40
50.00	27.48	3.99	12.32	46.25	4.17
70.00	16.65	2.42	19.42	33.63	4.66
100.00	10.30	1.49	30.32	23.83	5.23
150.00	6.19	0.90	49.00	16.10	5.91
200.00	4.27	0.62	68.05	12.15	6.39

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño y fabricación. Los semirremolques que entran a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME. 2. Revisiones de seguridad. Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. 3. Válvulas y accesorios de control y seguridad. Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semirremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. 4. Revisión y mantenimiento previo. Diariamente se revisa que no haya fugas en la salida de gas, observando tuberías, válvulas y accesorios de control y seguridad. 5. Equipo obligatorio. <ol style="list-style-type: none"> a. Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra. b. Conexión metálica y conductora entre tractor y recipiente. c. Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre. 6. Procedimientos. Los operadores deberán seguir los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abrirán las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pondrá a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado 1 extintor de polvo químico seco del tipo manual, de 9 kg. en el área de recepción y 1 junto al compresor. Asimismo, dentro del equipo obligatorio para el semirremolque este lleva un extintor de polvo químico seco de 9 kg. 2. Agua a presión. Cobertura de esta área por el chorro de agua de un hidrante de 350 LPM de capacidad. 3. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). 4. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección personal. 5. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. Paros de Emergencia.

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables de la toma de recepción	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
3	BLEVE del semirremolque, debido a una falla en la válvula de descarga, lo que provocaría una fuga continua de gas l. p., si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula.	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: 10.0 psi: 18.25 m 3.0 psi: 37.25 m FIREBALL 37.5 kW/m ² : 178.43 m 12.5 kW/m ² : 341.54 m	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: ZR: 1.0 psi 85.03 m FIREBALL ZR: 5.0 kW/m ² 546.67 m	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: ZA: 0.5 psi 144.54 m FIREBALL ZA: 1.4 kW/m ² 1,019.54 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8. Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: <ul style="list-style-type: none"> Camino de usos y costumbres Carretera Celaya-Guanajuato Granjas Bachoco Subestación eléctrica Curvamex UV Federal Granja Estación de servicio Autopartes Asentamientos humanos: <ul style="list-style-type: none"> Comunidad de Marroquín 	Afectación relevante hasta 1,019.54m. <ul style="list-style-type: none"> Camino de usos y costumbres a 43.84 m al norte* Carretera Celaya- Guanajuato a 89.28 m al noroeste* Granjas Bachoco a 208.08 m al este, a 886.57 m y 798.89 m al sur y a 918.69 m al norte* Subestación eléctrica a 223.23 m al norte* Curvamex a 306.79 m al noreste* UV Federal a 383.98 m al noreste* Granja a 528.14 m al noreste* Estación de servicio a 542.91 m al suroeste* Autopartes a 548.94 m al suroeste* Comunidad de Marroquín a 583.39 m al este* 	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

*Distancia de la toma de recepción a la zona vulnerable

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.

Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de la flora registrada en la Tabla II.5 y II.6.

Afectación a la fauna que habita en la zona, las cuales se describen en la Tabla II.7 y II.8

Obstrucción de la carretera Celaya Guanajuato

Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión afectaran la infraestructura de la propia empresa, terrenos con actividades agrícolas y terrenos sin actividades alrededor de la empresa. Una sobrepresión de 10.0 psi puede ocasionar desplazamiento y falla de equipo pesado, mientras que una onda de sobrepresión de 3 psi podría ocasionar un 50% de daño de equipo.

DAÑOS POR RADIACIÓN

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 178.73 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de la planta de distribución.

En un radio de 341.54 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.

La carretera Celaya – Guanajuato atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo el camino de usos y costumbres pero con dirección de oeste a este.

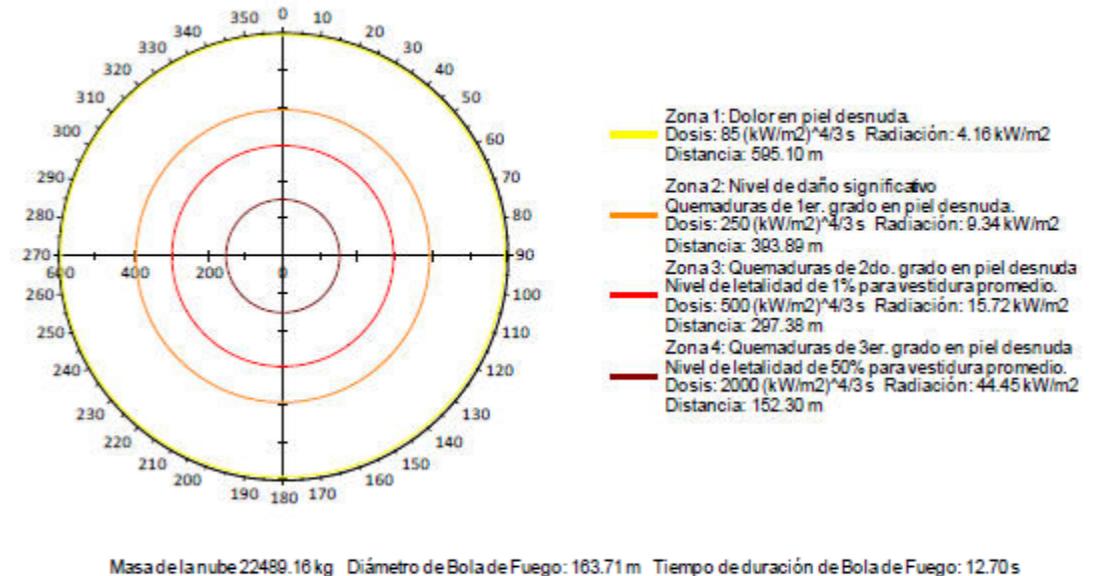
En caso de suceder la BLEVE del semirremolque, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 12.70 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

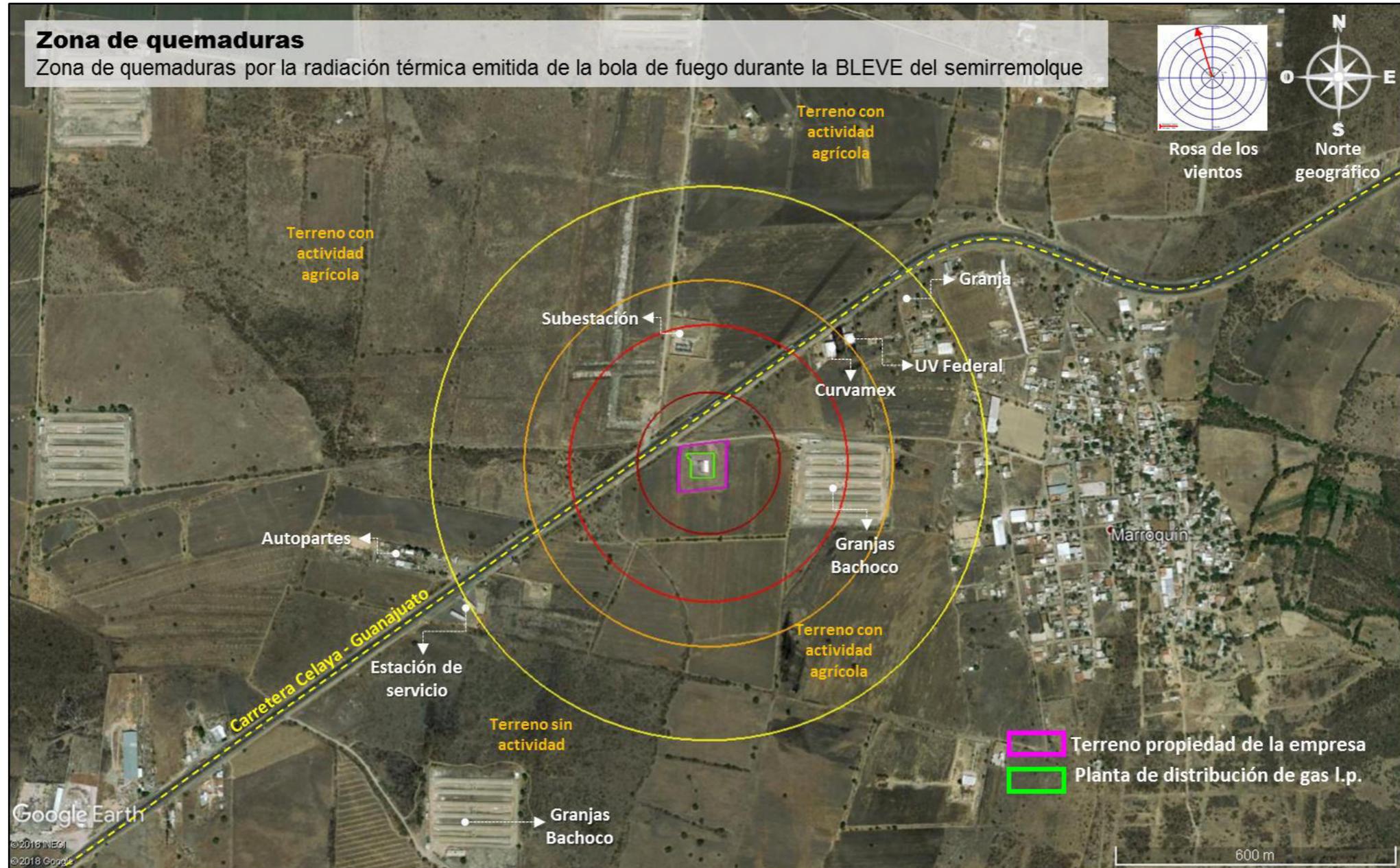
Zona 1: 3 Granjas Bachoco, Comunidad de Marroquín, Autopartes, estación de servicios 5479, terrenos con actividad agrícola

Zona 2: Granja, UV Federal, parte de curvamex y granjas Bachoco

Zona 3: Subestación eléctrica y granjas Bachoco

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p.





MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. • Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original • Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo. • Uso de servicios de una compañía aseguradora. 	
MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivos y accesorios de seguridad. Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de globo en ángulo, válvula de no retroceso, una válvula de emergencia, un tanque estacionario de 300 litros, una mirilla, dos válvulas de cierre rápido y un filtro de canasta La línea de gas vapor con una válvula de globo en ángulo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de emergencia 2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción. Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. 3. Calzas de seguridad. En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4. Procedimientos por escrito. En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible. 5. Capacitación. El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. 6. Mantenimiento. La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalado un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en la toma de recepción y 1 junto al compresor. 2. Agua a presión. Cobertura de esta área por el chorro de agua a través de un hidrante de 350 LPM de capacidad. 3. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). 4. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección persona (equipo de bombero). 5. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. Paros de Emergencia.

TOMA DE SUMINISTRO							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
4	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada debido a la ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta, lo anterior por un error que al estar cargando el autotanque este arrancara. Se provocaría que se escape solamente el gas que queda atrapado en la tubería, la cual tiene 2 metros de longitud con un diámetro de 51mm. y 3 metros de longitud con un diámetro de 76 mm. así como la cantidad que se escapa cuando la bomba sigue funcionando durante el medio minuto.	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>10.0 psi: 19.93 m</p> <p>3.0 psi: 40.67 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>37.5 kW/m²: 10.20 m</p> <p>12.5 kW/m²: 17.35 m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>ZR: 1.0 psi 92.84 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>ZR: 5.0 kW/m² 26.95 m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA:</p> <p>ZA: 0.5 psi 157.82 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>ZA: 1.4 kW/m² 49.60 m</p>	<p>Componente ambiental: Atmósfera Suelo</p> <p>Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8.</p> <p>Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <p>Zonas Vulnerables:</p> <ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de la planta Camino de Usos y Costumbres Carretera Celaya – Guanajuato <p>Asentamientos humanos: Ninguno</p>	<p>Afectación relevante hasta 152.82 m.</p> <p>Infraestructura de la planta</p> <ul style="list-style-type: none"> Camino de Usos y Costumbres a 50.63 m al norte* Carretera Celaya – Guanajuato a 73.67 m al noroeste* 	<p>Ondas de sobrepresión y radiación térmica. (Efecto radial)</p>
	Emisión instantánea debido al desprendimiento de la manguera y ocurre la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff.	<p>Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 0.38 m. en dirección del viento (eje X) y 2.73 m en dirección perpendicular (eje Y).</p> <p>El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 1.23 m y 4.47 m en dirección perpendicular (eje Y).</p>					
	Emisión de chorro horizontal debido a que la bomba sigue funcionando, esto forma una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flash fire	<p>Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) desde los 1.00 hasta los 29.51 m en dirección del viento (eje X) y 17.84 m en dirección perpendicular (eje Y).</p> <p>El 0.5 L.I.I. se alcanza desde los 1.00 m a los 57.05 m y 38.66 m en dirección perpendicular (eje Y).</p>					

*Distancia de la toma de suministro a la zona vulnerable

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe: vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

La carretera Celaya - Guanajuato se encuentra a 73.67 m al noreste de la toma de suministro donde recibiría una sobrepresión de 1.366 psi donde los daños serían menores y el camino de usos y costumbres se encuentran a 50.63 m al norte recibiendo una sobrepresión de 2.20 psi.

La infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. en un radio de 39.29 m recibiría una sobrepresión de 3.0 psi donde habría 50% de daño de equipo y en un radio de 19.25 m recibiría una sobrepresión de 10.0 psi donde habría desplazamiento y falla de equipo pesado. Afectando principalmente a los recipientes de almacenamiento de GLP.

DAÑO POR RADIACIÓN TÉRMICA

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a terreno propiedad de la empresa. En cuanto al daño a personas en un radio de 10.20 m con una radiación de 37.5 kW/m² hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 17.35 m con una radiación de 12.5 kW/m² hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 26.95 m con una radiación de 5.0 kW/m² esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 49.60 m con una radiación de 1.4 kW/m² no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel. Sin embargo, las personas que se verían afectadas serían aquellas que laboran en la planta o se encuentran en las áreas de la planta de distribución.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m² es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m² podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición. Afectando principalmente a los recipientes de almacenamiento de GLP.

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	1438.95	208.70	0.44	238.09	1.58
10.00	302.56	43.88	1.61	138.09	2.04
20.00	68.48	9.93	5.52	73.91	3.37
30.00	33.24	4.82	10.40	51.55	4.01
50.00	15.39	2.23	20.88	31.86	4.74
70.00	9.84	1.43	31.67	23.01	5.29
100.00	6.28	0.91	48.28	16.30	5.89
150.00	3.70	0.54	76.51	10.93	6.56
200.00	2.46	0.36	104.42	8.15	7.09

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original
- Restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivos y accesorios de seguridad. La toma de gas líquido cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula de exceso de flujo, una válvula solenoide, una turbina de medición de flujo, un filtro de paso en Y, una válvula de emergencia, una mirilla, una válvula bypass, una válvula de cierre rápido. 2. Letrero indicativo de carga en tomas de suministro. Cuando un auto tanque se encuentra estacionado en posición de carga en las tomas de suministro, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del auto-tanque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. 3. Calzas de seguridad. En el suministro de gas l.p. al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo, cuando la unidad este realizando el transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4. Procedimientos por escrito. En el área de suministro se tienen letreros que contienen procedimientos de operación, estos están colocados en un lugar visible. 5. Capacitación. El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. 6. Mantenimiento. La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, que incluye un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en la toma de suministro y 1 junto a las bombas. 2. Agua a presión. Cobertura de esta área por el chorro de agua de un hidrante de 350 LPM de capacidad. 3. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 4. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero). 5. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. Paros de Emergencia.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUE DE 250,000 Y 200,000 LITROS							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
5 T-I y II	Explosión detonante no confinada por la masa que se emite por el desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento. Capacidad de desfogue: 307 m ³ /min	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA</p> <p>10.0 psi 24.71 m</p> <p>3.00 psi 50.43 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>37.5 kW/m² 10.32 m</p> <p>12.5 kW/m² 17.69 m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA</p> <p>ZR: 1.0 psi 115.11 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>ZR: 5 kW/m² 27.53 m</p>	<p>NUBE DE VAPOR NO CONFINADA</p> <p>ZA: 0.5 psi 195.67 m</p> <p>JET FIRE</p> <p>ZA: 1.4 kW/m² 50.73 m</p>	<p>Componente ambiental: Atmósfera Suelo</p> <p>Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8.</p> <p>Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <p>Zonas Vulnerables:</p> <ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de la planta Camino de Usos y costumbres Carretera Celaya-Guanajuato <p>Asentamientos Humanos Ninguno</p>	<p>Afectación relevante hasta 195.67 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> Camino de Usos y costumbres a 39.63 m al norte* Carretera Celaya-Guanajuato a 80.03 m al noroeste* 	<p>Radiación térmica y sobrepresión</p>

*Distancia de la zona de almacenamiento a la zona vulnerable

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Camino de Usos y Costumbres	39.63 m al norte de la zona de almacenamiento	5.078 psi
Carretera Celaya Guanajuato	80.03 m al noroeste de la zona de almacenamiento	1.656 psi

De acuerdo a la bibliografía referenciada en el simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas. Sin embargo a las distancias donde se encontraría dichos valores de sobrepresión no existen instalaciones que pudieran verse afectadas.

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	2218.68	321.79	0.30	198.14	0.77
10.00	496.84	72.06	1.08	169.77	2.12
20.00	105.33	15.28	3.83	89.17	2.94
30.00	48.07	6.97	7.50	62.54	3.69
50.00	20.95	3.04	15.75	39.14	4.43
70.00	13.04	1.89	24.34	28.33	4.93
100.00	8.22	1.19	37.52	20.07	5.52
150.00	4.94	0.72	60.11	13.54	6.21
200.00	3.34	0.48	82.87	10.16	6.68

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a terreno propiedad de la empresa. En cuanto al daño a personas en un radio de 10.32 m con una radiación de 37.5 kW/m² hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 17.69 m con una radiación de 12.5 kW/m² hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 27.53 m con una radiación de 5.0 kW/m² esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 50.73 m con una radiación de 1.4 kW/m² no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel. Sin embargo, las personas que se verían afectadas serían aquellas que laboran en la planta o se encuentran en las áreas de la planta de distribución.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m² es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m² podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición. Afectando principalmente la zona de almacenamiento y suministro a auto-tanques.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño y fabricación. Los tanques de almacenamiento que se encuentran en la planta se encuentran bajo NOM-009-SESH-2011 y código ASME sección VIII. 2. Revisiones de seguridad. A los tanques de almacenamiento se les realiza un ultrasonido cada 5 años para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material. Actualmente los dos tanques cuentan con los dictámenes de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, por lo que cumple con las especificaciones necesarias para operar. 3. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Magnatel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro, un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro, un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro, dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen 4. Aislamiento térmico de recipientes. Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación a los tanques de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a las superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida. 5. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del tanque y sus accesorios. Además de que cada 5 años los tanques son sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente y en el mismo plano por arriba del recipiente. Las tuberías tienen un diámetro de 51 mm de diámetro. El rociado de los tanques consta de 32 boquillas (tanque 1) y 48 boquillas (tanque 2) aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, en la parte superior de cada uno de los tanques. Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 LPM y una presión de 2.8 kg/cm². 2. Extintor de carretilla. En la zona de almacenamiento se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco clase ABC. 3. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados diez extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad dentro en la zona de almacenamiento. 4. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 5. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 6. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 7. Paros de Emergencia.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUES DE 250,000 y 200,000 LITROS							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
6 T-I	Explosión por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente, y éste se rompe. (Explosión de un gas confinado).	10.0 psi: 15.48 m 3.0 psi: 31.59 m	ZR: 1.0 psi 72.11 m	ZA: 0.5 psi 122.58 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tablas II.5 y II.6. Fauna: Consultar Tablas II.7 y II.8. Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables:	Zonas Vulnerables: <ul style="list-style-type: none"> Camino de usos y costumbres a 39.63 m al norte* Carretera Celaya- Guanajuato a 80.03 m al noroeste* Granjas Bachoco a 199.31 m al este, 785.90 m al suroeste, 924.97 m al norte , 899.77 m al sureste y 1,227.90 m al oeste* Subestación eléctrica a 224.31 m al norte* Curvamex a 317.07 m al noreste* UV Federal a 399.17 m al noreste* Granja a 520.86 m y a 1,072.18 m al noreste* Estación de servicio a 540.48 m al suroeste* Autopartes a 554.95 m al suroeste* Comercios a 1,164.70 m al suroeste* 	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Radiación térmica incidente provocada por la BLEVE del tanque de almacenamiento considerando la combustión del contenido total del tanque al 80 % de su capacidad.	37.5 kW/m ² : 177.64 m 12.5 kW/m ² : 361.36 m	ZR: 5.0 kW/m ² : 585.84 m	ZA: 1.4 kW/m ² : 1,098.70 m			
6 T-II	Explosión por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente, y éste se rompe. (Explosión de un gas confinado).	10.0 psi: 18.15 m 3.0 psi: 37.05 m	ZR: 1.0 psi 84.58 m	ZA: 0.5 psi 143.75 m	Zonas Vulnerables: <ul style="list-style-type: none"> Camino de usos y costumbres Carretera Celaya- Guanajuato Granjas Bachoco Subestación eléctrica Curvamex UV Federal Granja Estación de servicio Autopartes Asentamientos humanos: <ul style="list-style-type: none"> Comunidad de Marroquín 	Asentamientos humanos: <ul style="list-style-type: none"> Comunidad de Marroquín a 585.33 m al este* 	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Radiación térmica incidente provocada por la BLEVE del tanque de almacenamiento considerando la combustión del contenido total del tanque al 80 % de su capacidad.	37.5 kW/m ² : 205.91 m 12.5 kW/m ² : 420.40 m	ZR: 5.0 kW/m ² : 682.06 m	ZA: 1.4 kW/m ² : 1,279.55 m			

*Distancia de la zona de almacenamiento a la zona vulnerable

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES PARA EL T-I CON CAPACIDAD DE 93,000 LITROS

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.

Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de vegetación que se describe en la Tabla II.5 y II.6

Afectación a la fauna que habita en la zona tal como se describe en la Tabla II.7 y Tabla II.8

Obstrucción de la carretera Celaya –Guanajuato

Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión afectarían las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. con una presión entre 10.0 psi y 1.0 psi lo cual resultaría en desplazamiento, falla de equipo pesado y 50% de daño en equipo. Mientras tanto la carretera México recibiría una presión entre 1 y 0.5 psi. Dentro de la zona donde se puede apreciar un valor de sobrepresión de 10 psi o mayor, sólo se encuentran las áreas operativas de la planta de distribución, viéndose afectadas.

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 177.64 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de proceso.
En un radio de 361.36 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.

La carretera Celaya – Guanajuato atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo se encuentra el camino de usos y costumbres que va de este a oeste.

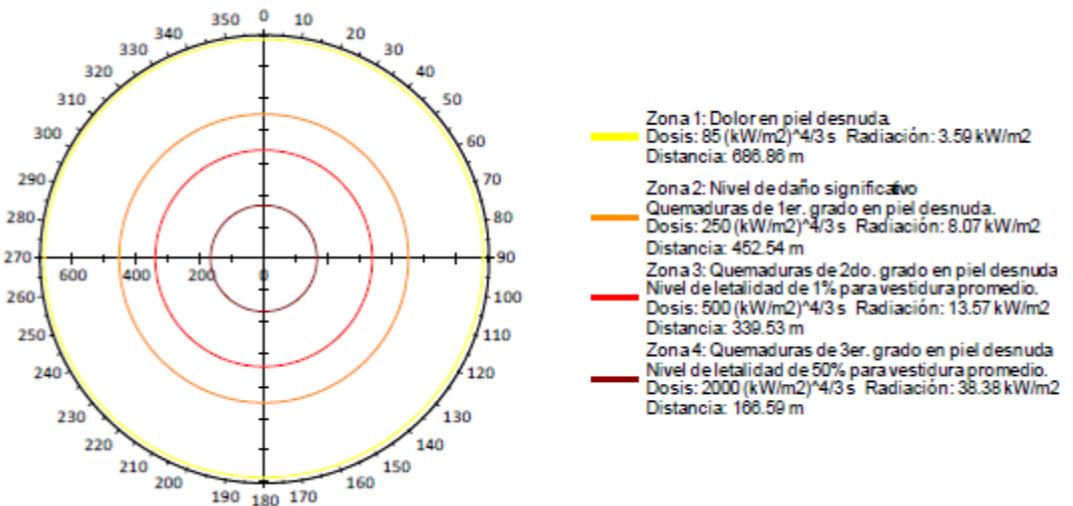
En caso de suceder la BLEVE del tanque de 93 m^3 (evento catastrófico), la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 15.45 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

Zona 1: 3 Granjas Bachoco, granja, Autopartes, estación de servicio, comunidad de Marroquín, terrenos con actividades agrícolas

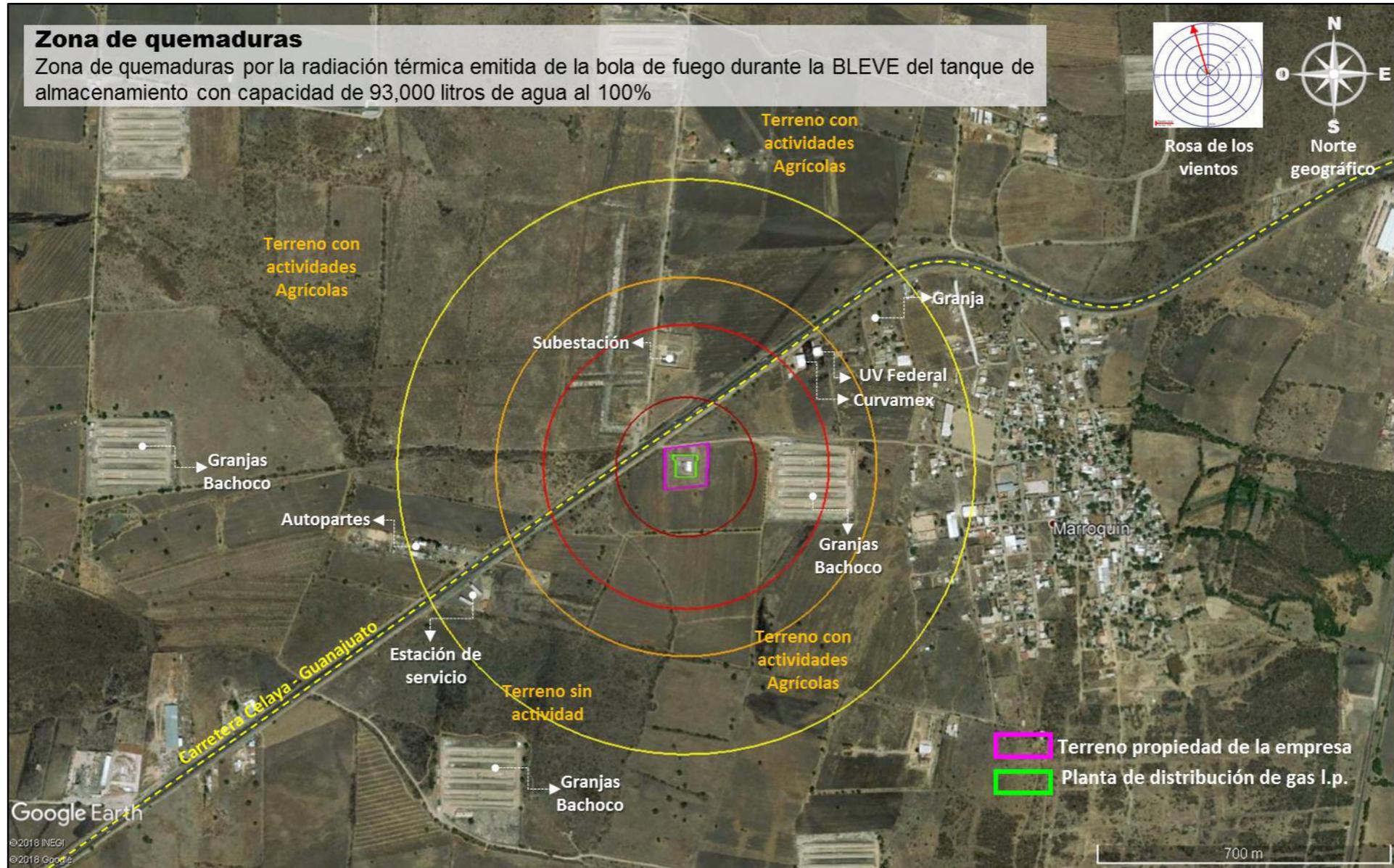
Zona 2: Granja, UV Federal, parte de Curvamex y parte de Granjas Bachoco

Zona 3: Subestación eléctrica y parte de Granjas Bachoco

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., terrenos con actividad agrícola



Masa de la nube 44031.41 kg Diámetro de Bola de Fuego: 204.81 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 15.45 s



RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES PARA EL T-II CON CAPACIDAD DE 150,000 LITROS

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.

Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de vegetación que se describe en la Tabla II.3 y II.4.

Afectación a la fauna que habita en la zona tal como se describe en la Tabla II.5 y tabla II.6

Obstrucción de la carretera México-Tuxpan

Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión afectarían las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. con una presión entre 10.0 psi y 1.0 psi lo cual resultaría en desplazamiento, falla de equipo pesado y 50% de daño en equipo. Mientras tanto la carretera México recibiría una presión entre 1 y 0.5 psi

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 205.91 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de proceso.

En un radio de 420.40 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.

La carretera Celaya – Guanajuato atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo se encuentra el camino de usos y costumbres que va de este a oeste.

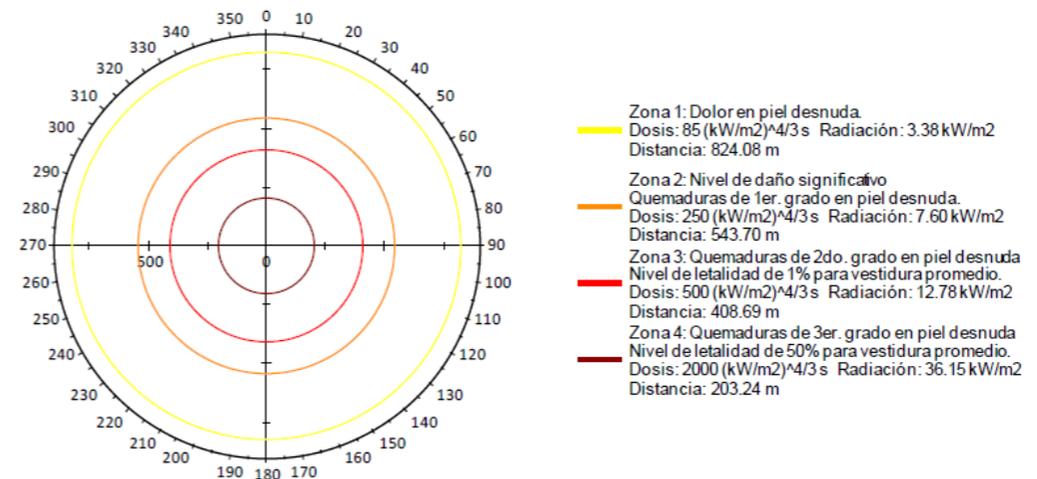
En caso de suceder la BLEVE del tanque de 150 m^3 (evento catastrófico y de mayor daño la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 16.73 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

Zona 1: Comercios, 4 Granjas Bachoco, granja, Autopartes, comunidad de Marroquín, terrenos con actividades agrícolas

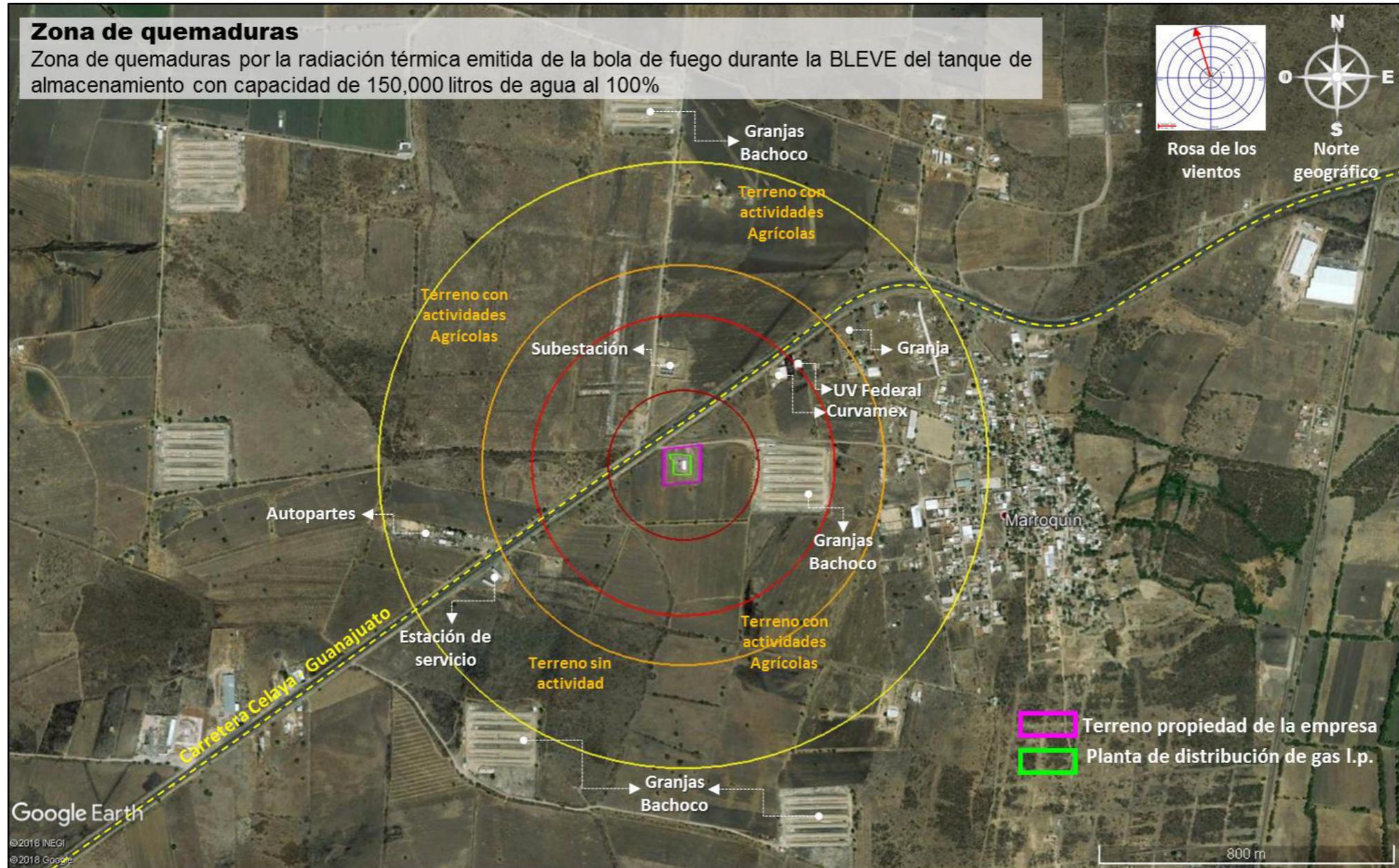
Zona 2: Granja, Estación de servicio y terrenos con actividades agrícolas.

Zona 3: Subestación eléctrica, Granjas Bachoco, UV Federal y Curvamex.

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., terrenos con actividad agrícola



Masa de la nube 71018.40 kg Diámetro de Bola de Fuego: 240.19 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 16.73 s



MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Limitación de presión excesiva.** El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m²/min. Las válvulas de seguridad tienen tubos de desfogue de 2 m de largo con un punto de fractura. Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.
- 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado.** Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Magnatel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro, un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro, un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro, dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- 3. Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación a los tanques de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a las superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida.
- 4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Dado lo anterior, "DIEGAS, S.A. de C.V." cuenta con dos tanques de almacenamiento de gas l.p. diseñados bajo NOM/021/2SCFI-1993 (T-I y II), actualmente se cuenta con los dictámenes en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, por lo que cumple con las especificaciones necesarias para operar.
- 5. Programas de mantenimiento preventivo.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del tanque y sus accesorios. Además de que cada 5 años los tanques son sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

- 1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersion.** Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente y en el mismo plano por arriba del recipiente. Las tuberías tienen un diámetro de 51 mm de diámetro.
El rociado de los tanques consta de 32 boquillas (tanque 1) y 48 boquillas (tanque 2) aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, en la parte superior de cada uno de los tanques. Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 LPM y una presión de 2.8 kg/cm².
- 2. Extintor de carretilla.** En la zona de almacenamiento se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco clase ABC. Además también se contará con diez extintores manuales de polvo químico seco clase ABC con capacidad de 9 kg.
- 3. Hidrantes.** Se tienen 2 hidrantes con manguera de 1 1/2" de diámetro, con una longitud de 30.00 m y un gasto de 350 LPM, los cuales en caso de incidente cubrirán perfectamente la zona de riesgo.
- 4. Sistema de alarma.** Sistema de alarma sonora, de confirmación.
- 5. Comunicación.** Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.
- 6. Respuestas de control.-** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal está capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2000.
- 7. Plan de Atención a Contingencias.** Dentro de la planta de almacenamiento de gas l.p. se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten:
Desalojo del personal.
Operación de válvulas.
Operación de apoyo con extintores.
Dar la señal de alarma
Desconexión de la energía eléctrica
Dar aviso a las autoridades
Ataque a las zonas de fuego
Conducir los vehículos a zonas fuera de peligro.



Diesgas, S.A. de C.V.

Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana,
tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto,
Estado de Guanajuato

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO III

**Señalamiento de las medidas de seguridad y
preventivas en materia ambiental**

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

1. Inspección y supervisión por parte del personal de la planta durante las operaciones de trasiego, con la finalidad de verificar que los operadores de las unidades (auto-tanques y semirremolques) acaten los procedimientos operativos establecidos.
2. El operador de la unidad (auto-tanques y semirremolques) antes de llevar a cabo la operación de trasiego de GLP en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos, deberá:
 - Verifica las condiciones físicas (volumen/presión/temperatura).
 - Apagar el motor.
 - Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada.
 - Colocar calzas a las ruedas del vehículo.
3. Deberá llevar un control de la medición de las variables (volumen/presión/temperatura) en el recipiente del vehículo, mediante el llenado de una “Hoja de Control”.
4. Mantener vigente el Dictamen de conformidad con la **NOM-007-SESH-2010**, *Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento*.
5. Colocar en las mangueras de la toma de recepción y las tomas de suministro, separadores mecánicos (válvula “pull-away”), lo que permitirá asegurar el cierre automático de fuga de GLP., en caso de ruptura de manguera, ocasionado por arranque inesperado del vehículo.
6. Reforzar el sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
7. Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor.
8. Mantener actualizados las memorias técnico descriptivas civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendio, así como los planos, cada vez que se realicen modificaciones en las instalaciones. Además de revisar que memorias y planos coincidan con las instalaciones que se encuentran físicamente.
9. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
10. Elaborar e implementar un Programa Calendarizado de Limpieza e Inspección de todas las áreas que integran la instalación, haciendo énfasis especial a las zonas clasificadas como peligrosas o de mayor riesgo, que son aquellas en donde se llevan a cabo operaciones de transferencia de GLP, como lo son:
 - Toma de recepción de semirremolques.
 - Toma de suministro a auto-tanques.

- Toma de carburación (autoconsumo)

A fin de evitar la acumulación de basura y mantener el área libre de materiales combustibles.

11. Llevar un registro del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.
12. Mantener los originales del Programa Anual de Mantenimiento (año en curso) de los sistemas de trasiego, sistema contra incendio y eléctrico e instalaciones en general. Este deberá estar firmado por el responsable de la instalación.
13. Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la Unidad de Verificación en materia de GLP. Y firmada cada 8 días naturales por el responsable general y de mantenimiento de la planta.
14. Mantener evidencia de los trabajos de mantenimiento realizado.
15. Revisión del diseño y operación de la *instalación*. Es conveniente considerar inspecciones y/o revisiones con el fin de verificar que las condiciones actuales de la Planta de Distribución son las óptimas o si es necesario hacer ajustes en el diseño u operación de la misma.
16. Mantener los originales del Programa Anual de Capacitación (año en curso) y de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de GLP, con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, tal como se valida en el numeral **5.1.2** inciso **j**) de la citada Norma.
17. Es de vital importancia incluir en el Programa de Anual Simulacros los escenarios identificados del presente estudio. Es importante mencionar que en este caso, para el desarrollo de los Simulacros se deberá de tener en consideración el **Capítulo 10. Simulacros de emergencias de incendio**, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010**, *Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo*.
18. Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente cada cinco años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. El correspondería al año 2020 (tanque 1) y año 2023 (tanque 2)
19. Se deberá verificar los valores de la conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.3, 5.4 y 5.6** del **Capítulo 5. Obligaciones del patrón**, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad**. Dicha revisión se ha de efectuar de manera anual al menos o cuando en el inmueble se realicen

modificaciones que afecten las condiciones de operación de la Red de Puesta a Tierra.

20. Se recomienda la instalación de una planta generadora de energía eléctrica en casos de emergencia.
21. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.
22. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la **NOM-029-STPS-2011**. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.
23. Elaborar e implementar un Programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que estos cumplan con las condiciones establecidas en el numeral **7.2** incisos **a)** al **m)**, de acuerdo con el **Capítulo 7. Condiciones de prevención y protección contra incendios** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo**, el cual asegure la ubicación de dichos elementos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014, Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de seguras en su operación**, tal como señala la tabla contenida en el numeral **4.2.4.3.1.2** y **4.2.4.3.2.1**.
24. Se recomienda el uso de diésel como combustible para la bomba de motor de combustión interna.
25. Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.
26. Deberá mantener una presión mínima de 7 kg/cm² en toda la red hidráulica. Esta condición deberá conservarse cuando el sistema esté funcionando, es decir, cuando estén abiertas un determinado número de mangueras o rociadores, según las especificaciones del fabricante o instalador. Asimismo, deberá mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.
27. Mantener vigente su seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS** de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

A continuación se describirá cada uno de los elementos que existen físicamente considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio marca Magnetel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro
- Un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro.
- Un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca Fisher, Modelo F199 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 984 L.P.M. (260 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A7539V6 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946.35 L.P.M. (250 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor retorno Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m²/min.
- Las válvulas de seguridad que se encuentran instaladas cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2.0 metros de altura. Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula. Cada tubo cuenta con capuchón protector, además cuentan con puntos de fractura.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

Asimismo, se cuenta con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

Controles manuales, automáticos y de medición.

a) Controles manuales.

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de operación manual, como las válvulas de globo para una presión de diseño de 28 kg/cm² y las válvulas de esfera para una presión de 210.92 kg/cm², las cuales se mantienen abiertas o cerradas de acuerdo al sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos.

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático para retorno de gas-liquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial. Para la bomba 1 el control automático es de ¾" de diámetro y está calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm² y un flujo máximo de 50 l/min. Para la bomba 2 y 3 el control automático es de 2" de diámetro y está calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm² y un flujo máximo de 833 l/min

c) Controles de Medición:

En las tomas de suministro y carburación se cuenta con medidores volumétricos instalados son del tipo turbina para la presión de diseño del sistema de trasiego. Están protegidos contra el tránsito vehicular por postes de concreto armado

Extintores.

Se cuenta con extintores de tipo manual, con capacidad mínima de 9.00 kg a base de polvo químico seco (PQS), tipo ABC, a excepción de los que están instalados en los tableros de control eléctrico, los cuales son de bióxido de carbono (CO₂).

Los extintores están colocados en las siguientes áreas de la instalación:

- Toma de carburación (autoconsumo), se cuenta con 1 extintor de PQS, con capacidad de 9 kg.
- Toma de suministro, se cuenta con 1 extintor de PQS, con capacidad de 9 kg.
- Toma de recepción, se dispone de 1 extintor de PQS, con capacidad de 9 kg.
- Zona de almacenamiento, en la cual se incluyen 10 extintores de PQS con 9 kg de capacidad cada uno.
- Junto a las bombas y el compresor del sistema de trasiego se tiene 1 extintor de PQS de 9 kg cada uno
- Junto a las bombas para agua contra incendio, se tiene un extintor de PQS de 9 kg de capacidad.
- Oficinas, 1 extintor de PQS con 9 kg de capacidad.
- Estacionamiento de **vehículos de reparto y auto-tanques**, se cuenta con un total de 5 extintores de PQS y 9 kg de capacidad.
- En el almacén se tiene 1 extintor de 9 kg de capacidad de PQS.
- Tanto en el tablero eléctrico se tiene instalado 1 extintor de CO₂ de 9 kg de capacidad.

- Se cuenta con un extintor de carretilla con capacidad de 50 kg de PQS localizado en la zona de almacenamiento.

a) Hidrantes.

Se cuenta con un total de dos hidrantes, que forman parte del **sistema contra incendio**, con un gasto de 350 L.P.M. Cuentan con una manguera de longitud máxima de 30 m con un diámetro nominal mínimo de 51 mm (2"), las mangueras son de hule y lona recubierta con poliéster.

b) Equipos de bombeo.

De acuerdo con el numeral **4.2.4.2.2** de la **NOM-001-SESH-2014**, se debe de contar con un equipo de bombeo compuesto por una bomba principal y como mínimo una de respaldo por lo que para tales efectos se tiene:

- Bomba principal: acoplada a motor eléctrico de 30 HP con un gasto de 1,590 LPM, con 3520 RPM
- Bomba de respaldo: acoplada a un motor de combustión interna de 45 HP

c) Red de distribución de agua contra incendio.

La red distribuidora es de tubo de acero al carbón galvanizado cédula 40, siendo de 101 mm a la salida de la bomba hasta conectarse con el anillo aspersor, de ahí la tubería se reduce a 76 mm y después a 51 mm que es el diámetro de la tubería del anillo.

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

- Dos hidrantes y el riego por aspersión del tanque de Gas L.P.
- Para el enfriamiento de los tanques, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 76 mm (3") de diámetro, para cada tanque
- La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

La tubería está instalada a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 32 boquillas (tanque 1) y 48 boquillas (tanque 2). Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 L.P.M. ya una presión de 2.81 kg/cm².

d) Cisterna o tanque de agua.

Cisterna de seguridad con capacidad de 41.00 m³. Este recinto es subterráneo construido con concreto armado. Su llenado se hace a base de pipas. Junto a esta se pretende construir otra cisterna con capacidad de 50.00 m³.

e) Toma siamesa.

El sistema contra incendio cuenta con una toma siamesa, la cual se encuentra en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, se instaló una toma siamesa para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos

Es una válvula recta con doble entrada construida a base de fundición de bronce con acabado cromado.

f) Accesorios de protección personal.

Se cuenta con un gabinete que contiene el equipo de protección personal para dos personas.

Cada equipo consiste en: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex 111A 7.5 Oz en repelente al agua, antinflama y antiestático. El gabinete está ubicado en lugar señalizado a un costado de la oficina

g) Alarma.

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

h) Sistemas de paro

Sistema de paro de emergencia: Los actuadores son accionados a control remoto y son del tipo eléctrico. Las válvulas solenoides instaladas son de acción cerrada a falla de corriente eléctrica y adecuadas para zonas clase I, división 1.

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

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

La localización del equipo y dispositivos antes mencionados se pueden consultar a detalle en el plano del Proyecto Sistema Contra Incendio y Plano Mecánico.

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente la operación de la planta de distribución de GLP es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a auto-tanques.

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

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

□ *CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.*

Los residuos líquidos que se generan por el uso de los servicios sanitarios son depositados en la fosa séptica localizada a un costado de las oficinas generales, la cual se encuentra en constante mantenimiento proporcionado por la empresa limpieza y mantenimiento industrial, comercial y doméstico. Se cuenta con el comprobante tipo I-ingreso de desazolve de la fosa séptica, con lugar de expedición 76910, número de folio - 926 y fecha de 08/1/2018. Además al momento de realizar el desazolve de la fosa séptica se deberá realizar una revisión visual de ésta y checar con ello las condiciones generales de su estructura, en caso de encontrar un desperfecto se deberá sellar al momento.

Para evitar la contaminación de las aguas residuales que sean generadas en los sanitarios, se deberá utilizar productos de limpieza biodegradables que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, asimismo, se deberá evitar verter aceites u otro residuos líquido contaminante en las descargas de aguas residuales.

□ *MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.*

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de Gas L.P., no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tendrán pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área de recepción, suministro y carburación, estas emisiones furtivas serán mínimas, ya que se contarán con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existirá suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

□ *GESTIÓN DE RESIDUOS.*

Residuos Sólidos Urbanos: Los residuos sólidos urbanos son generados por el personal de la empresa y son dispuestos en tambos de metal o plástico con capacidad de 200 litros localizados a un costado del almacén general, la disposición final de estos actualmente es en el relleno sanitario municipal. Se pretende que los tambos de metal se encuentren señalados con el tipo de residuo y separados por códigos de color, sin embargo durante la visita se observó que algunos tambos no cuentan con el rotulado correspondiente, por lo cual el promovente deberá implementar las medidas necesarias.

Residuos de Manejo Especial: La empresa no cuenta con taller mecánico, sin embargo por el mantenimiento de las instalaciones genera residuos como válvulas, mangueras, refacciones de equipos de trasiego. Estos residuos se disponen en un recipiente para el almacén temporal, los cuales se deberán disponerse en centros de acopio preferentemente locales para su reciclaje.

Residuos Peligrosos: Al igual que los RME los residuos peligrosos provienen de las actividades de mantenimiento de la empresa, en el área de oficinas, sanitarios y equipo operativo. El mantenimiento es realizado por empresas externas por lo tanto el manejo y disposición de estos residuos es responsabilidad de la empresa contratista.

El manejo y disposición de los residuos generados en la planta de distribución de GLP, se registran en algunas áreas específicas, donde la empresa deberá realizar las siguientes acciones, cabe destacar que algunas ya son desarrolladas mientras que otras se deben implementar:

Acciones para el manejo de los residuos generados por la empresa.		
ACCIÓN	REALIZADA	A IMPLEMENTAR
a. Disponer sus residuos en sitios autorizados por la autoridad municipal.	X	
b. Minimizar la generación de residuos que no puedan prevenirse.		X
c. Instalar embalajes para la disposición temporal de residuos con rótulos para el correcto manejo de los mismos dentro de las instalaciones.		X
d. Prevenir su generación.	X	
e. Reciclar el mayor número de residuos o elementos generados por la empresa, con la finalidad de disminuir en lo posible la demanda de los recursos.		X
f. Dar mantenimiento periódico a los contenedores de residuos, con el fin de evitar derrames o salidas no controladas.		X
g. Mantener con cubierta los contenedores de basura		X

□ REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES

La materia prima para la operación de una planta de distribución de gas GLP es el gas licuado de petróleo, únicamente se utiliza gasolina para el funcionamiento de la bomba de combustión interna del sistema contra incendios, pero se mantiene almacenado en un recipiente para evitar que se infiltre en el subsuelo.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

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

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

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

En base a los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

- De acuerdo a lo anterior expuesto, El tanque 1 cuenta con un aditamento múltiple bridado marca CMS 5850 de 101 mm (4") y el tanque 2 cuenta con dos aditamentos múltiples de las mismas características. Cada aditamento cuenta con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo 3135G con capacidad de descarga de 131 m²/min.
- Las válvulas de seguridad que se encuentran instaladas cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2.0 metros de altura. Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula. Cada tubo cuenta con capuchón protector, además cuentan con puntos de fractura.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

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

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

- Un medidor rotatorio marca Magnetel de 25.4 mm (Tanque 1) y de 63.5 mm (Tanque 2) de diámetro
- Un manómetro marca Winters con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm² de 1.37 mm de diámetro.
- Un termómetro de -50°C a 50°C, de 50.8 mm de diámetro.

- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca Fisher, Modelo F199 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 984 L.P.M. (260 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A7539V6 de 76.0 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946.35 L.P.M. (250 G.P.M.).
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-líquido Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una válvulas interna de exceso de flujo para gas-vapor retorno Marca REGO, Modelo A3292C de 50.8 mm (2") de diámetro, con capacidad de 461.82 L.P.M. (122 G.P.M.), cada una.
- Una conexión soldada 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:

Sistemas de aspersión.

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

El agua contra incendios rociará cada depósito en su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Tal rociado de agua forma parte de la instalación fija de agua contra incendios. Su aplicación es mediante tubería instalada simétricamente por arriba de cada tanque con un diámetro de 51 mm.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 32 boquillas (tanque 1) y 48 boquillas (tanque 2). Las boquillas de rociado tienen un gasto de 18 L.P.M. ya una presión de 2.81 kg/cm².

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Los recipientes están situados de tal forma que su eje longitudinal no apunte, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que “**Diesgas, S.A. de C.V.**” contempla la **INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante su seguro de responsabilidad civil**, el cubrirá daños a terceros que pudieran derivarse de la prestación de sus servicios.

Además es indispensable que en caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación al daño ocasionado al sistema ambiental, la empresa deberá impulsar y subsidiar medidas que permitan y/o favorezcan la rehabilitación de los recursos bióticos y abióticos de la zona. Dicha rehabilitación tendrá que hacerse en conformidad a lo establecido por la legislación vigente y/o las autoridades competentes en materia ambiental.

Es importante mencionar que la empresa buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de gas l. p., así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.



Diesgas, S.A. de C.V.

Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana,
tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto,
Estado de Guanajuato

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO IV Resumen

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **DIESGAS, S.A. de C.V.** en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato, actualmente cuenta una capacidad de almacenamiento de **93,000 litros** agua al 100%, sin embargo dentro de las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. se pretende realizar las siguientes modificaciones de la estructura:

- Incremento de la capacidad de almacenamiento colocando un segundo tanque de 150,000 litros de agua al 100%
- Modificación en trayectoria y diámetros de tubería para interconectar los dos tanques de almacenamiento.
- Modificación al sistema contraincendios para colocar el anillo aspersor al segundo tanque de almacenamiento.
- Construcción de una cisterna de 50,000 litros, el cual se ubicara junto a la cisterna de 41,000 litros.
- Reubicación de la malla ciclónica en un costado del predio.

La planta inició operaciones en el año 2000, con una capacidad de 93,000 litros agua al 100 % distribuidos en un recipiente, de acuerdo a lo establecido en el título de permiso de distribución mediante planta de distribución de gas l.p. **No. AD-GTO-027-N/99**, otorgado el 08 de diciembre de 1999.

El incremento de capacidad por la instalación de un segundo recipiente de almacenamiento de GLP con una capacidad de 150,000 litros tendrá como resultado una capacidad total de almacenamiento de **243,000 litros**, equivalente a **143,812.26 kilogramos**. Conforme se estipula en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992, la cantidad de reporte para el Gas L.P. es a partir de 50,000 kg. Por consiguiente, la cantidad almacenada en la planta propiedad de **Diesgas, S.A. de C.V.** excede la cantidad de reporte.

Debido a las pretendidas modificaciones en la planta se requiere la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular con actividad altamente riesgosa, conforme a lo dispuesto en los artículos: 29, 30, 146 y 147 de la LGEEPA, y 12 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Dicho proyecto se ubica dentro del sector hidrocarburos, tal como señala la **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**, que de acuerdo con el **Título Primero: Disposiciones Generales, Capítulo Único, Naturaleza y Objeto**; conforme a su Artículo 3º, fracción XI, inciso d: Se entiende por sector hidrocarburos o Sector las actividades de transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo, como lo será en el caso del *proyecto* que se promueve.

A través del presente ERA, se han determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la *instalación*, las cuales son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de GLP, ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del GLP.
- Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire – GLP que se propaga a gran velocidad.

Lo anterior se confirma con base en las propiedades físicas y químicas del GLP, puesto que para el mismo su estado bajo presión y temperatura ambiente es líquido, sin embargo al ocurrir una fuga y debido a la pérdida de presión, éste se vaporiza rápidamente, siendo entonces que se forma una nube de vapor, la cual en condiciones ideales de homogeneidad, con aire a un porcentaje menor a 1.8 y con más de 9.3 no explotarían, incluso en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, podría suceder que se acerquen a la zona explosiva donde se desencadenaría la explosión, otro de las contingencias que podrían suscitarse y que se han contemplado dentro del ERA, así como la probabilidad de iniciarse un incendio por la fuga no controlada de GLP en forma líquida o incluso en vapores.

Otro punto a destacar es el almacenamiento que se lleva a cabo en la *instalación*, el cual es temporal, puesto que la actividad principal de la empresa es la comercialización del GLP; pero en el caso de los recipientes de almacenamiento un riesgo es el efecto que tendría el fuego sobre éstos, incrementando la presión en el interior de manera extraordinaria, lo que a su vez resultaría en un estallido, por lo que la consecuencia de mayor dimensionamiento sería la **BLEVE (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion)**, es decir, explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición.

Derivado de los resultados de la metodología y su aplicación, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – *esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones* – se presentan en las zonas de trasiego de GLP. (recepción, suministro y carburación), en donde se podrían presentar escapes accidentales de determinada masa de GLP emitidas a la atmósfera, la mayoría de estas **emisiones son instantáneas de corta duración**. Si estas emisiones se mezclan con el aire y encuentran una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión de una de vapor no confinada con efectos mecánicos (sobrepresión). Los flash fire de emisión instantánea evaluados en los eventos 1 y 4, son menores a 2 m por lo tanto quedan inmersos sólo en las áreas donde se originan dichos eventos. Así como los radios de afectación resultantes de las ondas de sobrepresión causadas por la explosión de NVNC de los eventos 1 y 4, no rebasan los 100 metros por lo que sólo se afectaría a las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. y terrenos de los alrededores que no tienen actividades.

En cuanto a emisiones continuas en las zonas de trasiego de GLP, en el evento 4 se prevé que debido a la continuidad en el funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto cuando se está suministrando GLP a auto tanques y ante una ignición se formaría una **emisión de chorro horizontal** o un **dardo de fuego (jet fire)**, el cual emite radiación térmica de forma radial con una duración equivalente a la obturación de la fuga. Los radios de afectación ocasionados por estos eventos únicamente afectarían instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. y una pequeña parte de los terrenos colindantes.

Del análisis se presentan otros eventos donde no se involucran propiamente las operaciones de trasiego de GLP, estos eventos se presentan en recipientes de almacenamiento y transporte de GLP (tanques de almacenamiento y semirremolque, respectivamente) del análisis se presentan las posibles consecuencias que se derivan del desfogue de una de las válvulas de seguridad de dichos recipientes, éstas son las ondas de sobrepresión en caso de una ignición retardada y la radiación térmica en caso de formación de un dardo de fuego por la ignición inmediata de la fuga.

En caso de ocurrir la explosión de una nube de vapor no confinada por el desfogue de una de las válvulas de desfogue ya sea, el tanque de almacenamiento o del semirremolque, las ondas de sobrepresión afectarían las siguientes instalaciones: granjas bachoco al este, subestación eléctrica al norte, los cuales recibirían una sobrepresión aproximada de 0.5 psi. Los efectos por la radiación térmica generada por el dardo de fuego únicamente afectarían a las instalaciones de la planta y los terrenos colindantes al predio.

Por otro lado, el análisis determinó el evento de mayores consecuencias aunque de menor probabilidad de ocurrencia, el cual es la BLEVE del tanque de mayor capacidad (150,000 L). Se conoce que entre los efectos de una explosión de tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias o efecto dominó, que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

De acuerdo a lo anterior, los eventos que se consideran que tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones son la BLEVE de un semirremolque y la BLEVE de algún recipiente de almacenamiento temporal de Gas L.P., en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que debido a la cercanía del otro recipiente, se generaría un efecto dominó lo cual implica la explosión del tipo BLEVE del otro tanque de almacenamiento de Gas L.P. restante.

Los radios totales de afectación correspondientes a la radiación térmica producida por la bola de fuego de la BLEVE del tanque de almacenamiento de mayor capacidad (T-II, con capacidad de 150,000 litros) son los siguientes:

- Radio de la zona total de alto riesgo por daño a equipos $37.5 - 12.5 \text{ kW/m}^2$: 205.91-420.40 m.
- Radio de la zona total de alto riesgo 5 kW/m^2 : 682.06 m.
- Radio de la zona total de amortiguamiento 1.4 kW/m^2 : 1279.55 m.

Es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de la BLEVE del tanque de mayor capacidad (150,000 litros), los daños más críticos y representativos por radiación térmica sobre las personas se tendría en la zona 4 donde se percibiría una radiación de 36.15 kW/m^2 a una distancia radial de 203.24 m, en donde sólo se encuentran las propias instalaciones de la planta. En esta zona se tendría un nivel de letalidad del 50 % y las personas que se encuentren expuestas sufrirían quemaduras de 3er grado. Por su parte, las personas que se encuentren en granjas bachoco, subestación eléctrica, curvamex y UV Federal se ubicarían dentro de la zona 3 con una radiación de 12.78 kW/m^2 a una distancia radial de 408.69 m y sufrirían quemaduras de segundo grado. Mientras que la gente localizada en la granja, la estación de servicio y parte de la comunidad de Marroquín se ubican en la zona 2 con una radiación percibida de 7.60 kW/m^2 a una distancia radial de

543.70 m sufrirían quemaduras de primer grado. Nuevamente la comunidad de Marroquín, además de una granja, autopartes, comercios y 4 granjas bachoco se encontrarían dentro de la zona 1 donde se percibiría una radiación de 3.38 kW/m^2 a una distancia radial de 824.08 m, llegaría a sentir dolor por un lapso breve de tiempo.

Por otro lado, las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia) y la distancia del punto de origen la explosión. Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Las ondas de sobrepresión debido a la expansión de líquido contenido en el tanque de almacenamiento con capacidad de 150,000 litros de agua al 100% únicamente afectarían a la carretera Celaya-Guanajuato y el camino de usos y costumbres, los cuales recibirían una sobrepresión entre 1.0 y 0.5 psig lo que ocasionaría daño estructural menor.

Es importante señalar que como vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Considerando lo anterior para el presente análisis se considera que un fragmento de la BLEVE del semirremolque impacta con un tanque de almacenamiento, iniciando una escalación en cadena con el otro tanque de la planta (Efecto dómimo)

Para determinar si habría interacción con otras instalaciones se consideraron los radios de sobrepresión de 10.0 y 3.0 psi por el desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque y del T-I y T-II, y los radios de sobrepresión de 10.0 y 3.0 psi por la explosión del semirremolque y del T-I y T-II, en caso de ocurrir la BLEVE. Dentro de estos no se encuentra ninguna instalación que pueda ocasionar una interacción de riesgo. Por lo tanto únicamente se evaluó el efecto dómimo entre el semirremolque, T-I y T-II.

Asimismo, es importante mencionar que los eventos propuestos en el ERA están sobreestimados y su probabilidad de ocurrencia es remota, sin embargo no dejan de representar un riesgo para la planta, sus colaboradores y el entorno a esta; por ello la necesidad de realizar su evaluación.

Cabe destacar que la ubicación del proyecto no se contrapone a los usos de suelo permitidos, de acuerdo al uso de Suelo y vegetación proporcionado por el INEGI, el lugar donde se ubica la planta de distribución de gas l.p. es una zona de agricultura de temporal lluvioso. Además de acuerdo al programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), la planta se localiza en la **Región Ecológica 18.20** y **UAB 52** denominada **Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo**, con política de **18.-Restauración y Aprovechamiento Sustentable**.

En relación al requerimiento que exige la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de

almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la planta cumple en su totalidad con esta exigencia.

De acuerdo al uso de suelo de *agricultura de temporal*, correspondiente al lugar donde se ubica la planta se encuentra ejemplares arbóreos, arbustivos y herbáceos mayoritariamente de ornato. Las especies que se encontraron en la planta de distribución y el sistema ambiental se mencionan en la Tabla II.3 y II.4 del capítulo 2 del presente estudio. En cuanto a la fauna que se observó que en encuentran mayoritariamente ejemplares de aves en el área de la planta y el sistema ambiental. Estos se registraron en la Tabla II.5 y II.6 del capítulo 2 del presente estudio. En caso de ocurrir algún evento de riesgo en la planta, podría afectar a las especies de flora y fauna que se encuentren dentro del sistema ambiental, sin embargo ninguna de las especies identificadas se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

También es importante mencionar que el área donde se ubica la planta de distribución no se ubica ni cerca ni dentro de un Área Natural Protegida de competencia estatal o federal.

Resulta importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no precisamente por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje en la planta; aunque no son los únicos factores determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales está sometida la planta.

Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del GLP no es la excepción; con base en este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta fundamental para **DIESGAS, S.A. de C.V.**, en materia de prevención de riesgos su prioridad será precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas de la planta, tanto operativa como administrativa, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo, deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** o la que la sustituya **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

La planta de distribución de GLP ubicada en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato, inició operaciones en el año 2000, bajo la razón social **Diesgas, S.A. de C.V.**, de acuerdo al oficio **312.-05-F-3825/00** emitido por la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, Subsecretaría de Operación Energética de la Secretaría de Energía.

La empresa adquirió el título del permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. No. **AD-GTO-027-N/99** emitido por la Secretaría de Energía con fecha de 08 de diciembre de 1999, donde se señala que al proyecto de la planta se le autorizaba una capacidad de almacenamiento de 93,000 litros de agua al 100% distribuidos en un solo tanque. Además que dicho proyecto cumplía con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996 Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación;** de acuerdo al dictamen UVMG085SI-A emitido por la unidad de verificación Ing. Jesús Alberto Miranda Verdugo. Debido a cambios en las disposiciones el 16 de marzo del 2016 se emitió bajo la Comisión Reguladora de Energía la actualización del título de permiso el cual ahora se denomina **Núm. LP/14292/DIST/PLA/2016**.

Al inicio de operaciones la planta contaba con la autorización **D.O.O.DGOEIA.-004536** en materia de Impacto y Riesgo Ambiental emitido el 07 de agosto del 2000 por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, donde se autoriza la instalación de la planta de distribución de gas l.p.

Posteriormente se realizó a actualización de la autorización en materia de riesgo ambiental conforme al oficio No. **DGGIMAR.710/001259** emitido el 28 de febrero del 2007 por la Dirección General de Gestión integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Así mismo se cuenta con el oficio **Nº DGGIMAR.710/001945** emitido el 29 de Marzo del 2007 por la misma dependencia, donde se menciona que el programa para la prevención de accidentes cumple con suficiencia técnica.

El 31 de enero de 2017 se obtuvo el resolutivo **ASEA/UGSIVC/DGGC/1656/2017** emitido por la Dirección General de Gestión Comercial, correspondiente a la autorización en materia de Impacto Ambiental, ya que había fenecido la autorización anterior. Dando cumplimiento a los términos y condicionantes como se menciona en el oficio de presentación emitido el 17 de julio 2017 por el Ing. José Enrique Magaña López representante legal de la empresa **Diesgas, S.A. de C.V.**

La única sustancia que se maneja en la planta de almacenamiento es el Gas L.P. conformado éste por una mezcla en donde el componente mayoritario es el propano (60% propano – 40% butano). Actualmente en la empresa promueve el aumento de capacidad de almacenamiento de GLP, el almacenamiento temporal del gas l.p. se llevaría a cabo en 2 recipientes especiales, uno con capacidad de 93,000 litros y otro de 150,000 litros cada uno, teniéndose una capacidad total de 243,000 litros base agua, equivalentes a **143,812.26 kg.** Conforme se estipula en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992, la cantidad de

reporte para el Gas L.P. es a partir de 50,000 kg. Por lo tanto la cantidad almacenada en la planta propiedad de Diesgas, S.A. de C.V. excede la cantidad de reporte.

Por lo tanto para dar cumplimiento con la normatividad antes mencionada se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental y el presente Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo.

Asimismo se cuenta con el dictamen **No. DG-13-18** con fecha de 12 de julio de 2018 donde se menciona que la planta de distribución de gas l.p. y las modificaciones que se pretenden realizar cumplen con los requisitos técnicos mínimos de seguridad establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación**, publicada en el DOF, el 22 de octubre de 2014.

La operación de la planta de distribución de GLP, es relativamente simple, ya que en ella no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque sí cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. El GLP solo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a pipas para el suministro a los usuarios.

Para dicha actividad cuenta con las siguientes áreas donde se maneja dicho combustible:

1. Recepción de semirremolques.
2. Área de almacenamiento temporal.
3. Suministro de auto – tanques
4. Auto- abasto

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- ☞ Procedimientos operativos.
- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- ☞ Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- ☞ Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- ☞ Eventos Externos (sabotaje).

- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de la jerarquización correspondiente a través del Método semicuantitativo (Qué pasa sí...? Matricial) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de gas L.P. los cuales son:

- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de llenado de recipientes transportables.
- BLEVE en el área de tanque de almacenamiento de Gas L.P.

De acuerdo con los resultados del ERA, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse - *esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones* – se presentan en las zonas de trasiego de GLP (recepción, suministro y auto-abasto).

Asimismo la *BLEVE* se determinó como el evento catastrófico de mayor dimensión o alcance pero prácticamente improbable y a su vez como aquel que tiene potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones (efecto dominó). Por seguridad los tanques de almacenamiento se encuentran al 80% de su capacidad total.

En este caso se establece que la BLEVE del recipiente de 150,000 litros es la que posee mayores alcances, una vez que esta involucra la liberación masiva del recipiente de mayor capacidad de gas l.p. Cabe señalar que en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de este recipiente es el resultado de la escalación de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. Y siguiendo con este supuesto se considera la BLEVE del otro recipiente con capacidad de 93,000 litros.

Por lo tanto, para determinar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento se consideraron los radios obtenidos a través de la evaluación de los eventos propuestos, principalmente tomando en cuenta el Efecto Dominó, el cual se refiere a la BLEVE del semirremolque y de los tanques de almacenamiento, uno con capacidad de 93,000 litros de agua y otro con capacidad de 150,000 litros de agua al 100%, estos radios fueron valorados a través del Simulador **SCRI – Fuego**, considerando los parámetros establecidos en la presente guía del ERA.

Por lo tanto se ha incluido los efectos por sobrepresión (explosividad) y radiación térmica (inflamabilidad), siendo dichos resultados los siguientes:

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de
"DIESGAS, S.A. DE C.V." Planta Apaseo El Alto

DAÑOS OCASIONADOS POR LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA DE GLP (ONDAS DE SOBREPRESIÓN)

- I. Explosión de una nube no confinada por la masa de GLP emitida a la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción.	8.38 m	17.10 m	39.04 m	66.37 m
4	Suministro.	19.93 m	40.67 m	92.84 m	157.82 m

- II. Explosión de una nube no confinada formada por la masa de GLP emitida a la atmósfera originada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente (Semirremolque y tanques de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	29.52 m	60.24 m	137.21 m	233.75 m
5	Almacenamiento.	24.71 m	50.43 m	115.11 m	195.67 m

Nota: La capacidad de desfogue de cada válvula de seguridad de los tanques de almacenamiento es de 131 m³/min.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN DARDO DE FUEGO

- I. Resultados relacionados con los daños causados por la radiación térmica producida por un dardo de fuego (Jet Fire).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
2	Recepción (semirremolque)	13.43m	22.89 m	35.58 m	65.51 m
4	Suministro	10.20 m	17.35 m	26.95 m	49.60 m
5	Almacenamiento	10.32 m	17.69 m	27.53 m	50.73 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE

- I. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en un recipiente (semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción (semirremolque)	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	15.48 m	31.59 m	72.11 m	122.58 m
	Almacenamiento (T-II)	18.15 m	37.05 m	84.57 m	143.75 m

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

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
3	Recepción (semirremolque)	178.43 m	341.54 m	546.67 m	1019.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	177.64 m	361.36 m	585.84 m	1098.70 m
	Almacenamiento (T-II)	205.91 m	420.40 m	682.06 m	1279.55 m

- II. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	EVENTO 3 RECEPCIÓN (SEMIRREMOLQUE)	EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-I	EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-II
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	204.81 m	240.19 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	153.61 m	180.14 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	15.5 s	16.7 s

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

I. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción	Distancia X=	Desde 0.0 hasta 0.30 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 1.04 m
		Y de exclusión=	2.34 m	Y de exclusión=	3.93 m
		Dist. Máx.=	2.34m	Dist. Máx.=	3.96 m
4	Suministro (emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 0.38m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 1.25 m
		Y de exclusión=	2.73 m	Y de exclusión=	4.47 m
		Dist. Máx.=	2.74 m	Dist. Máx.=	4.52 m
	Suministro (emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 29.51 m	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 57.05 m
		Y de exclusión=	17.84 m	Y de exclusión=	38.66 m
		Dist. Máx.=	29.51 m	Dist. Máx.=	57.05 m

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

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Cabe subrayar que la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, los cuales se indican en los puntos VI.3 y VI.4 de la presente guía. Asimismo, es importante señalar el daño probable o esperado a estos niveles definidos, es decir:

	Intensidad	Daño probable o esperado	Sobrepresión	Daño probable o esperado
ZAR por daño a equipos	37.5 kW/m ²	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	10.0 lb/plg ²	Posible destrucción total de edificios.
	12.5 kW/m ²	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.	3.0 lb/plg ²	Edificios con estructura de aceros distorsionados y arrancados de sus cimientos.
ZAR	5 kW/m ²	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.	1.0 lb/plg ²	Demolición parcial de casas, quedan inhabitables.
ZA	1.4 kW/m ²	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.	0.5 lb/plg ²	Daño parcial en muros no reforzados, las personas que estén de pie o caminando pueden caer por la onda de sobrepresión.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1994	San Juan Ixhuatepec, Edo. de México	Terminal de PEMEX	Gas L.P.	Cadena de explosiones BLEVE ocurridas en una de las plantas de almacenamiento y distribución de Petróleos Mexicanos (Pemex)	Rotura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba Gas LP, el sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte de retorno, fueron algunos de los probables factores que, con la falta de funcionamiento de las válvulas de alivio del depósito de sobrellenado, provocó una fuga de gas durante casi diez minutos.	Muerte de entre 500 y 600 personas, enterradas en fosas comunales y un aproximado de 2.000 heridos, gran parte de los cuerpos estaban carbonizados, muchos de los fallecidos murieron envenenados por el gas propano.	A partir del incidente, PEMEX no almacena gran parte del gas LP así como otros combustibles en aquella zona; para las empresas gaseras de la zona, se implantaron estrictas medidas de seguridad que evitaran al máximo el riesgo de repetir una tragedia, el uso de "Matachispas" en los camiones de distribución del combustible es un claro ejemplo. La zona cercana comenzó a implantar programas de evacuación y prevención de desastres para poder minimizar o evitar las pérdidas humanas que pudiesen provocar una nueva explosión. Se establecieron nuevas colonias como Valle de Anáhuac, así como varios parques públicos y la continuación de Periférico Norte.

A continuación se anexa el informe técnico



Diesgas, S.A. de C.V.

Camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km 20 + 318 de la carretera Panamericana,
tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, Municipio de Apaseo El Alto,
Estado de Guanajuato

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO V

**Identificación de los instrumentos metodológicos y
elementos técnicos que sustentan la información
señalada en el estudio de riesgo ambiental**

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

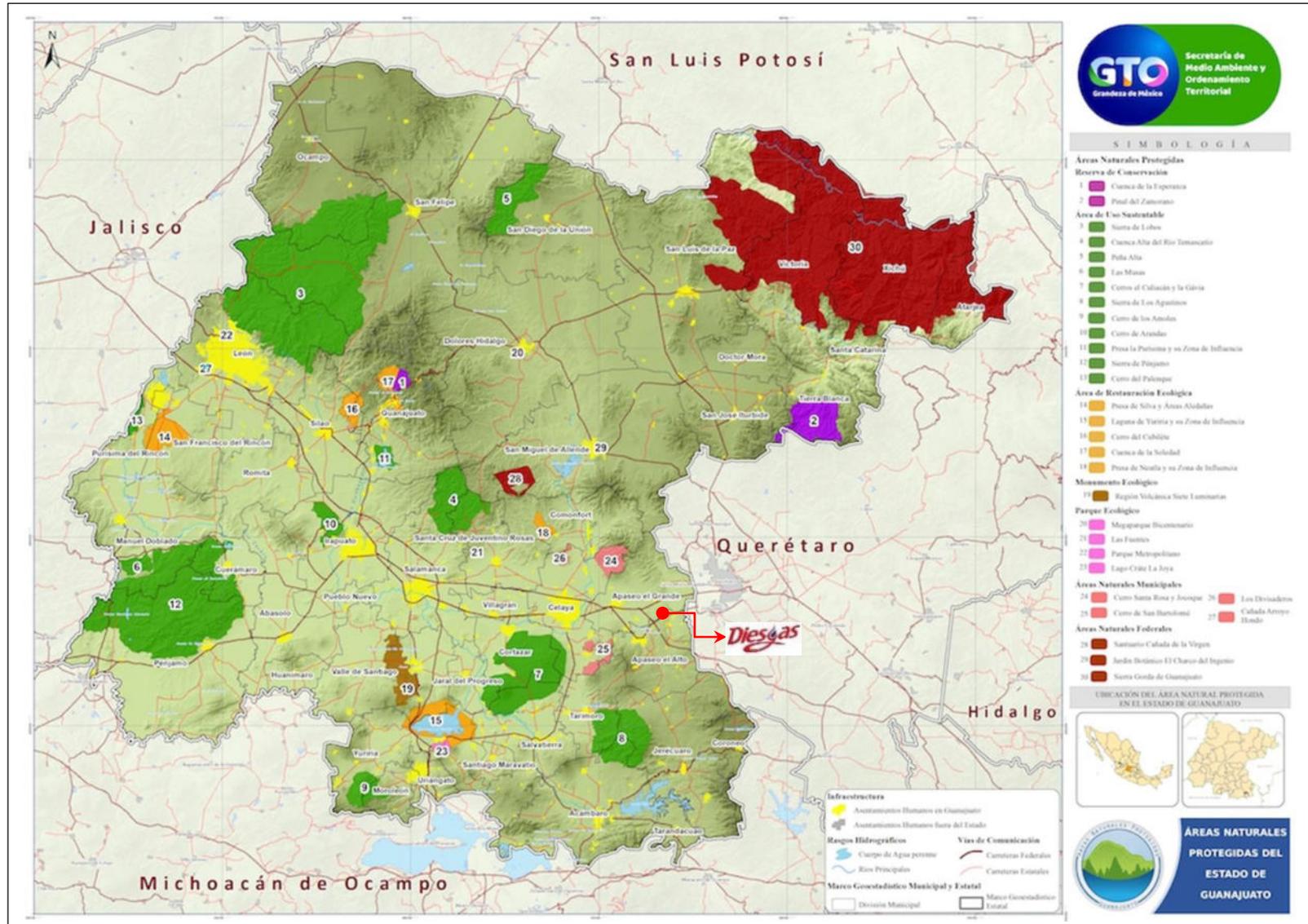
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO



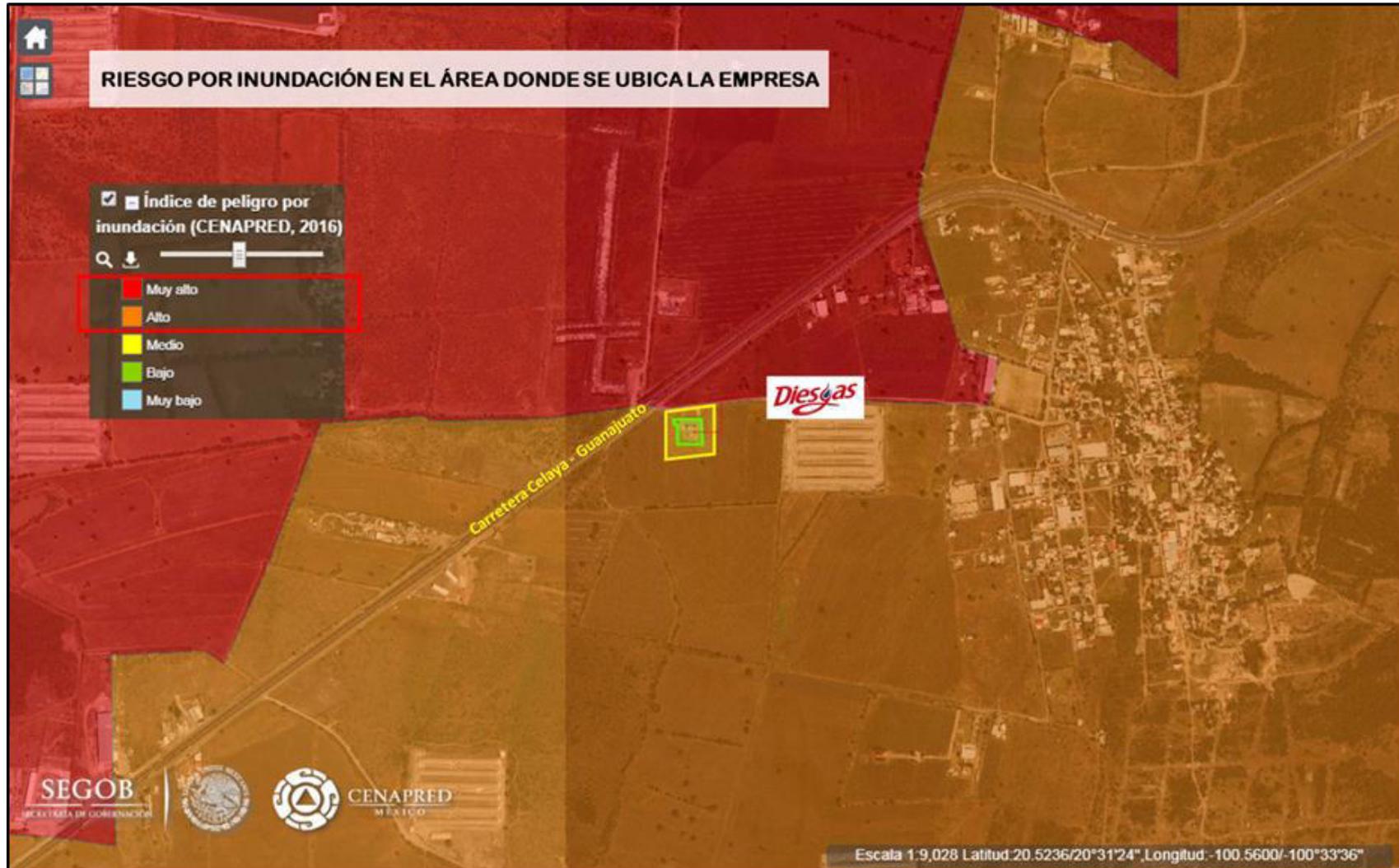
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO



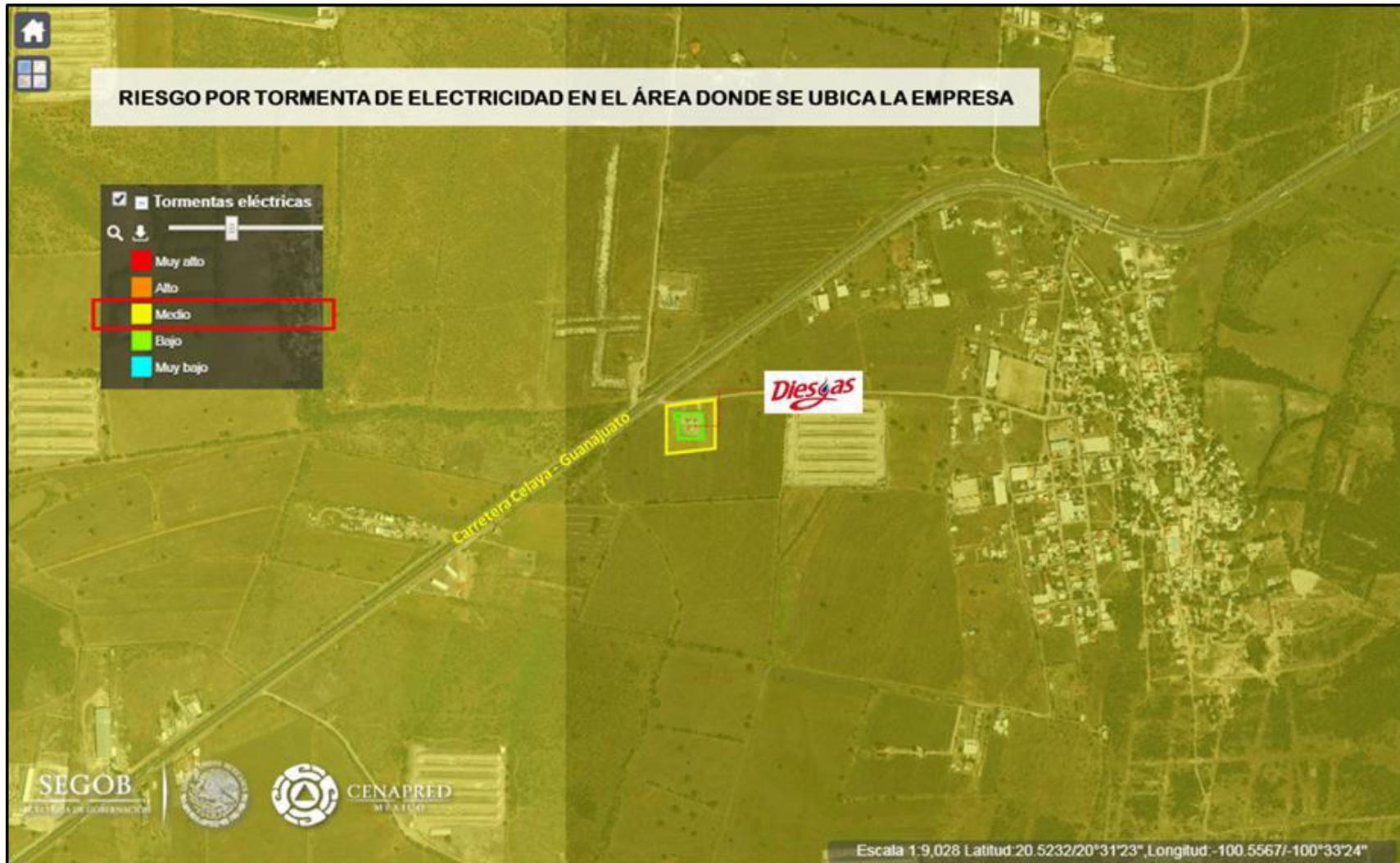
RIESGO POR SISMICIDAD EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



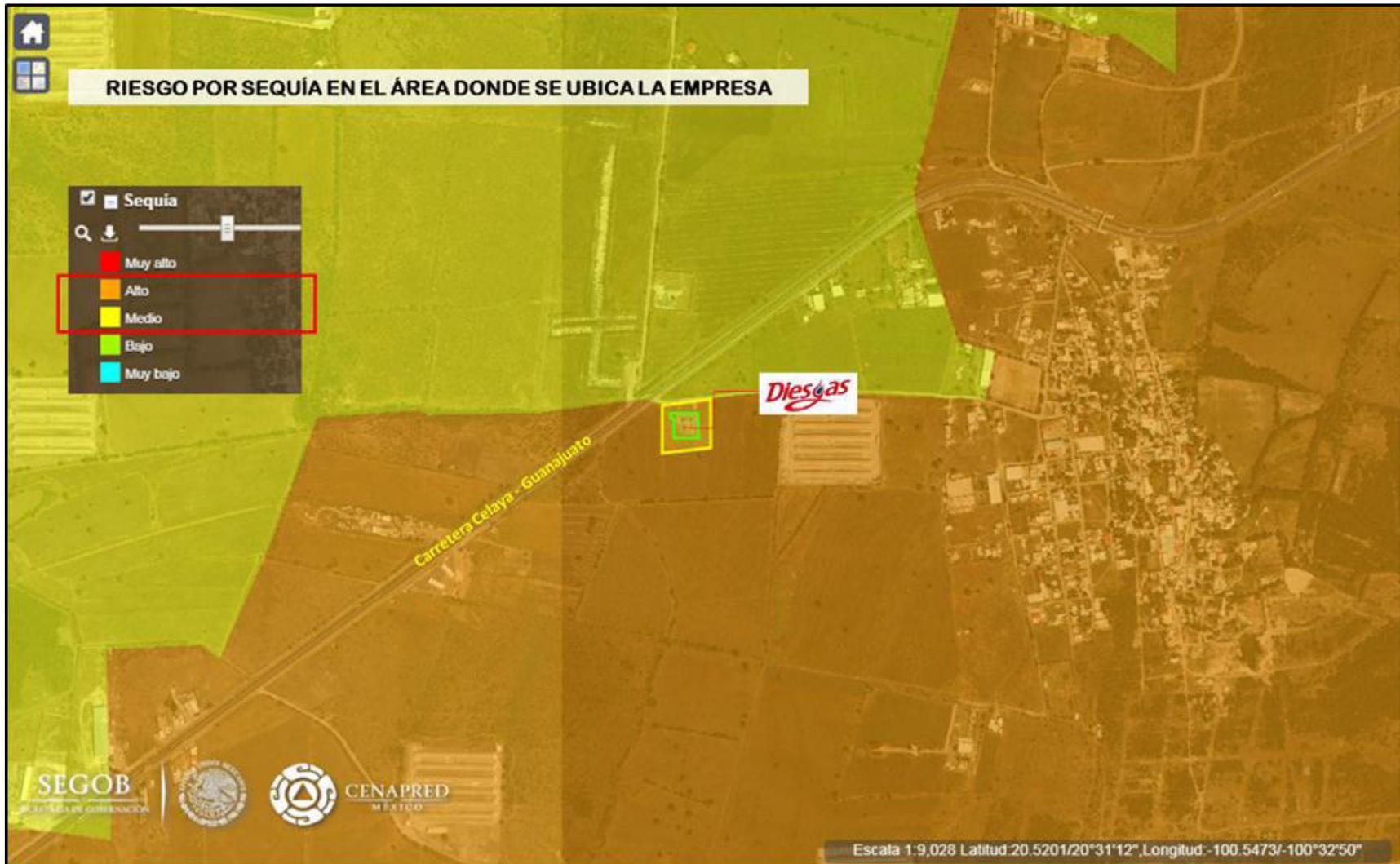
RIESGO INUNDACIÓN EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



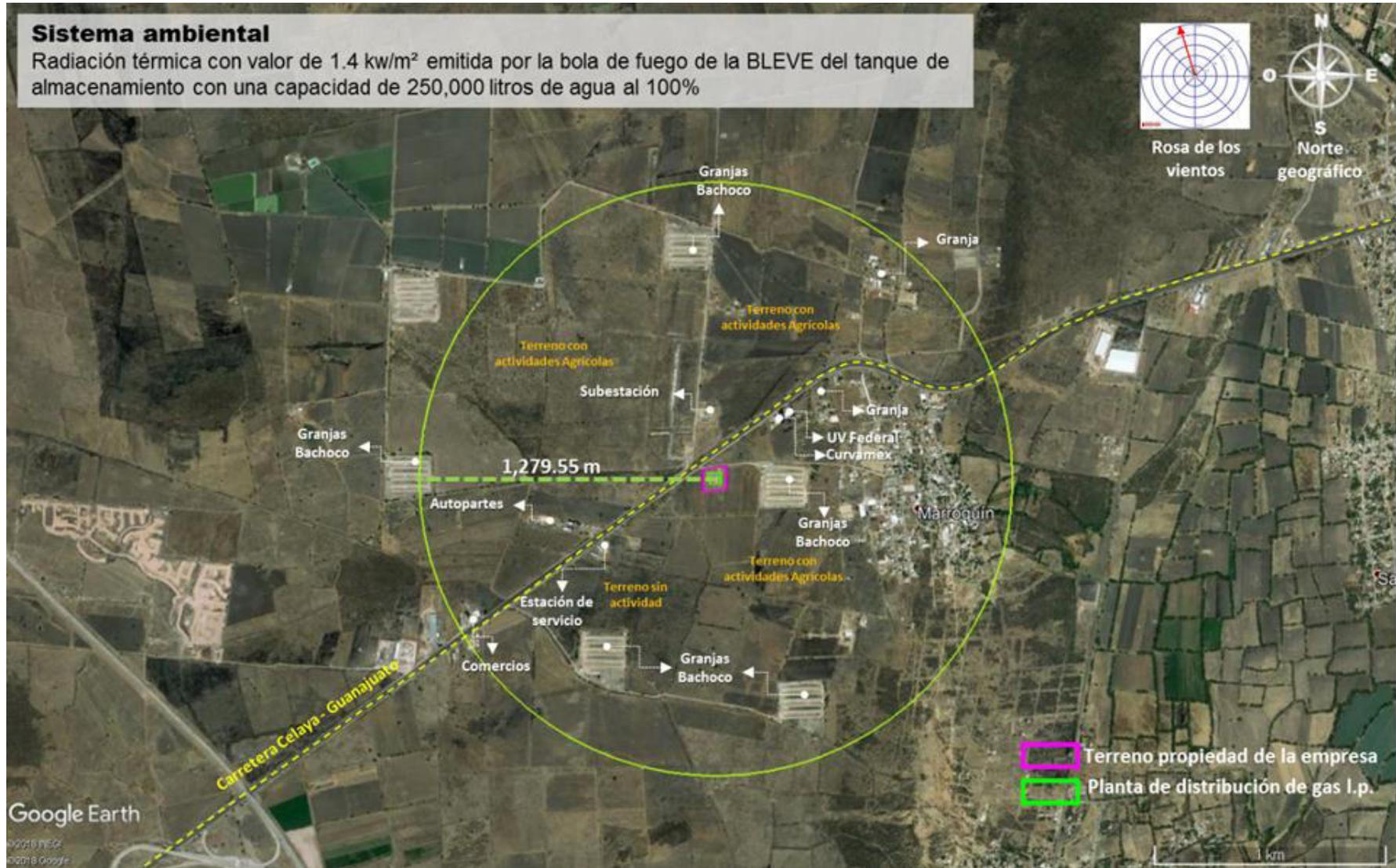
RIESGO POR TORMENTA ELÉCTRICA EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



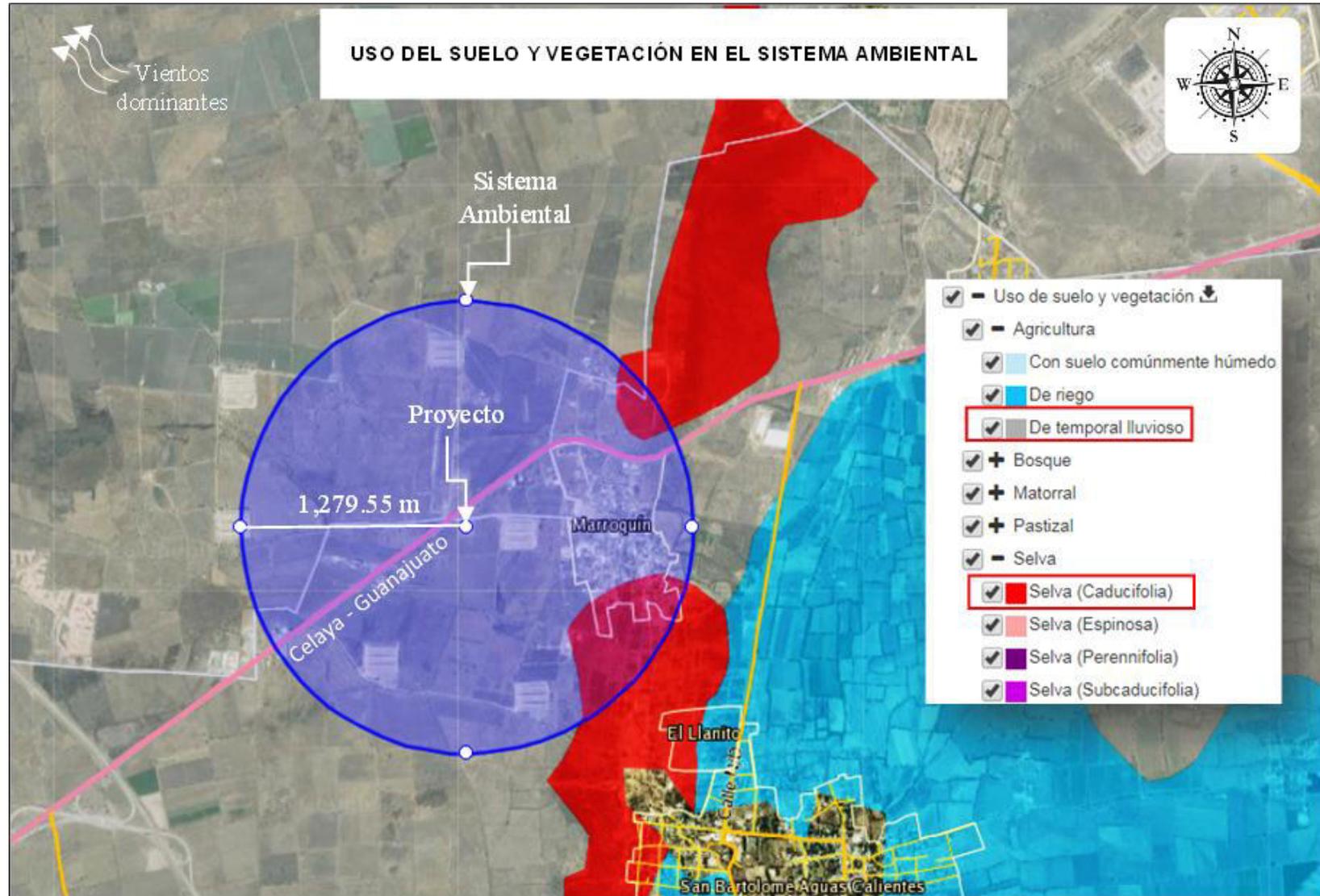
RIESGO POR SEQUÍA EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



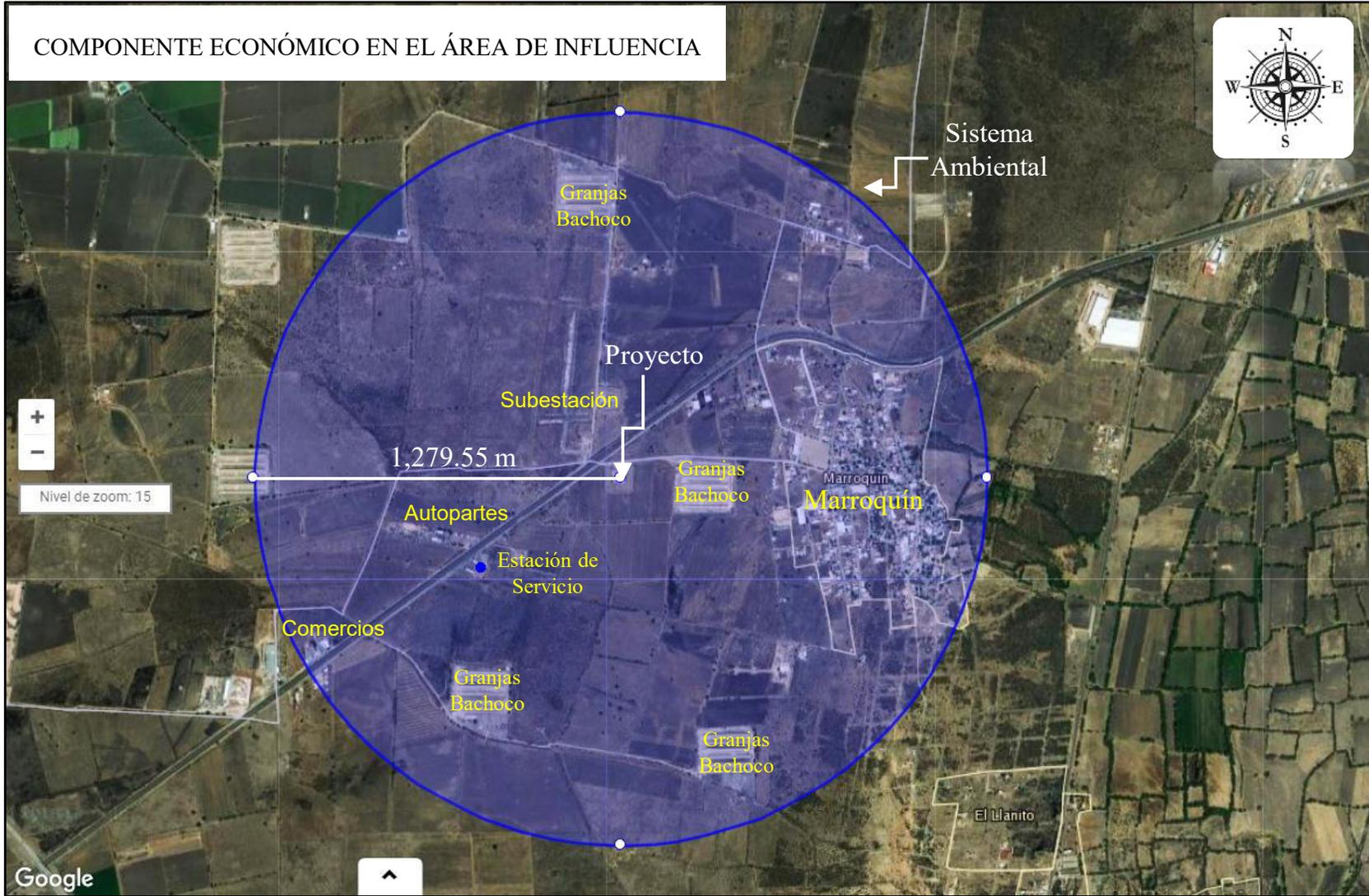
DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



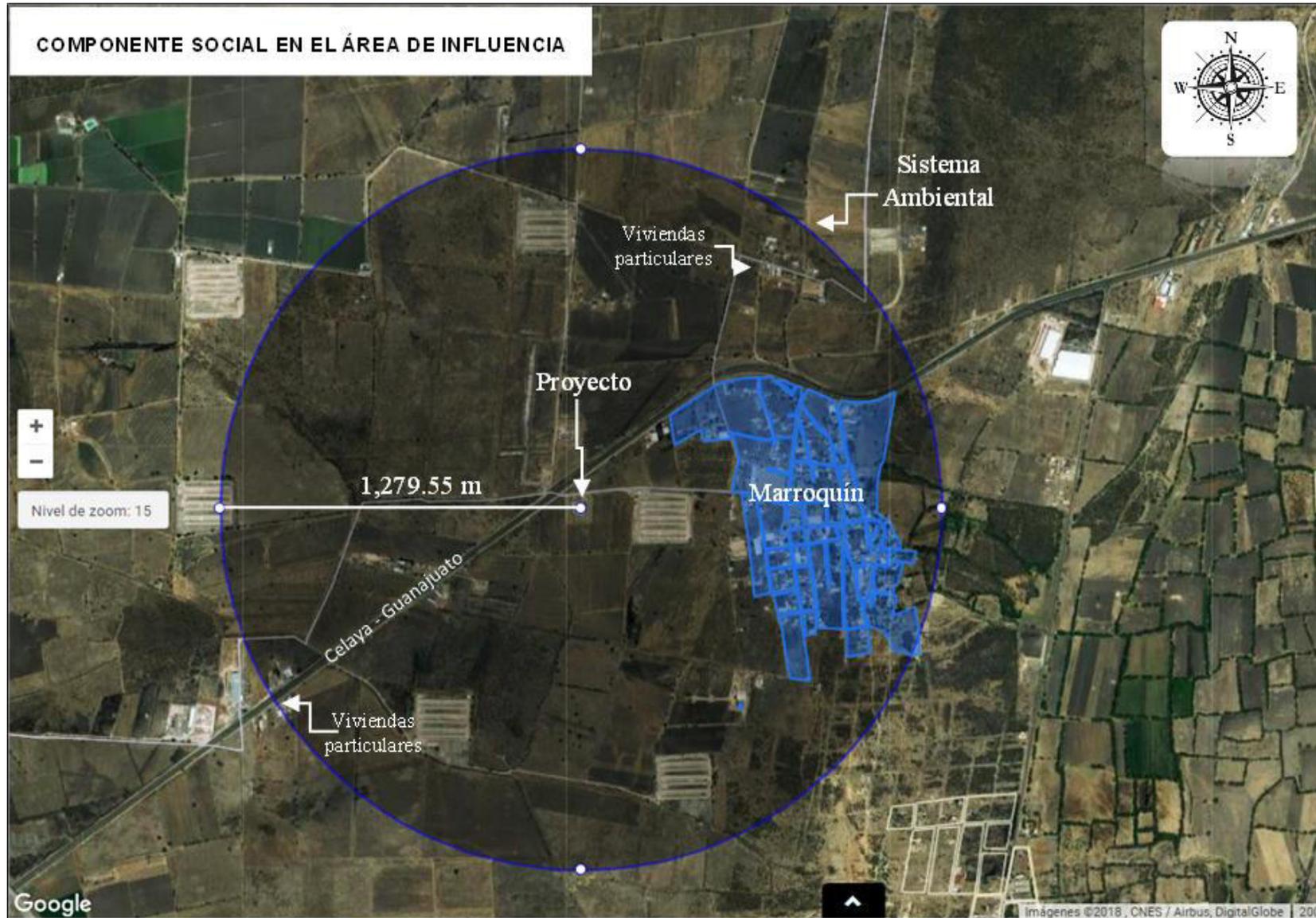
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



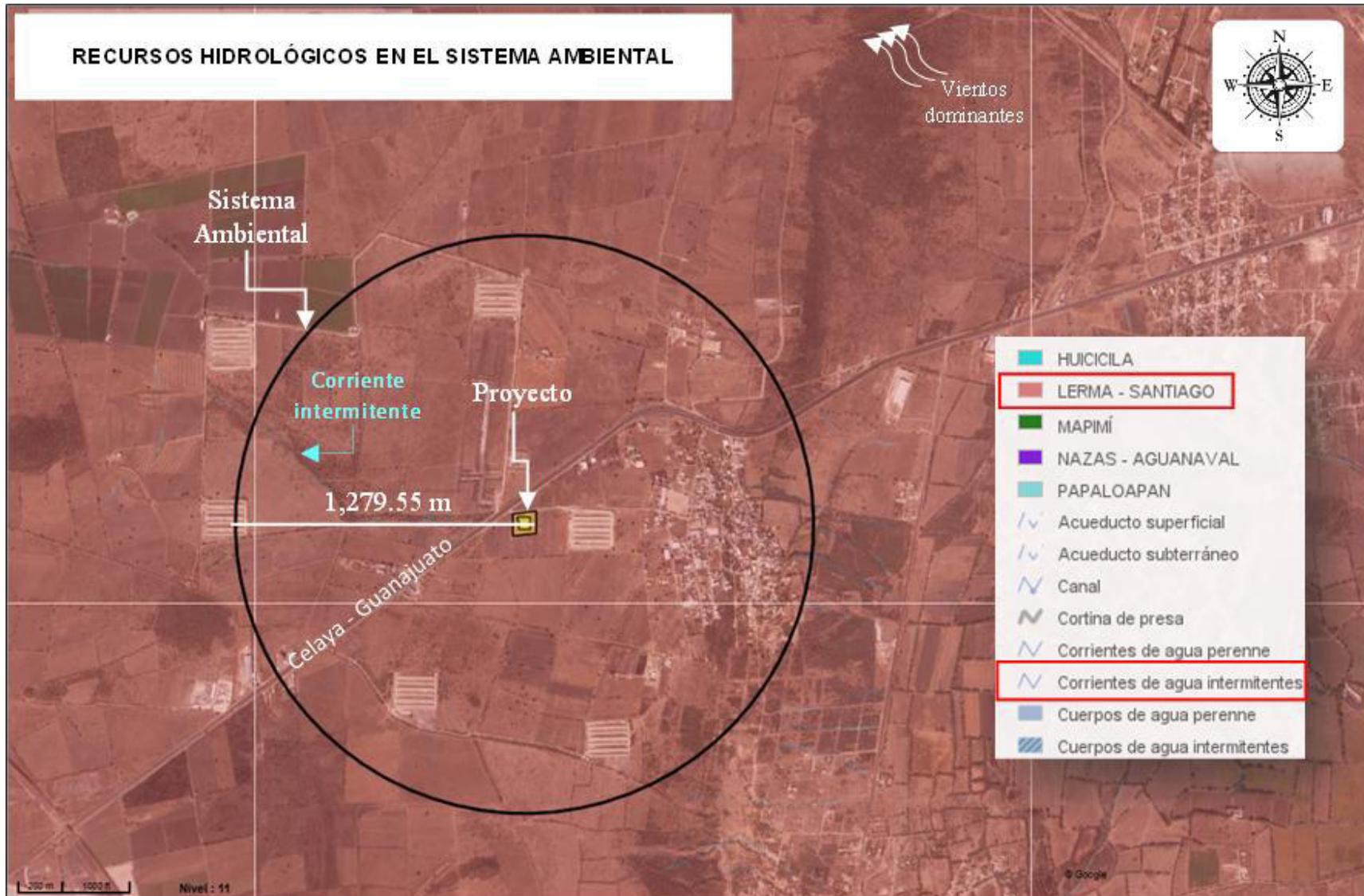
ACTIVIDADES ECONOMICAS DEL SISTEMA AMBIENTAL



ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL SISTEMA AMBIENTAL

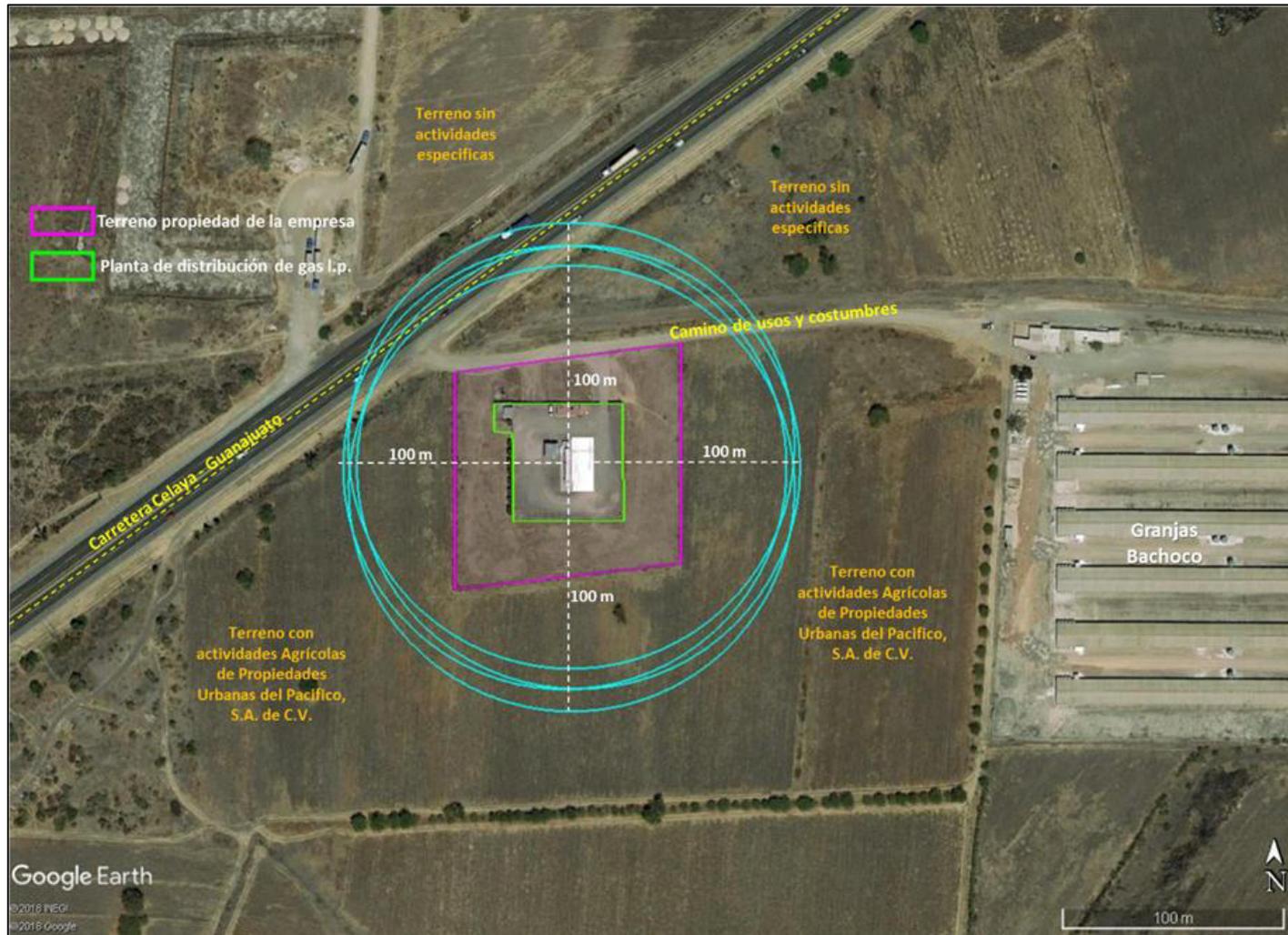


RECURSOS HIDROLÓGICOS DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL



V.1.2 Fotografías

La planta de distribución de GLP perteneciente a Diegas, S.A. de C.V. está ubicada en el camino de usos y costumbres a Marroquín frente al km. 20 + 318 de la carretera Panamericana, tramo Querétaro – Celaya, Ranchería Marroquín, C.P. 38517, municipio de Apaseo El Alto, estado de Guanajuato



ACCESOS



Se cuenta con dos accesos con claros de 8.03 m ubicados por el lindero norte de la planta, ambos de materiales incombustibles.

COLINDANCIAS



Las colindancias del Área del proyecto son las siguientes al Norte se encuentra el Camino de usos y costumbres que conduce a la Ranchería Marroquín y la carretera Celaya-Guanajuato, al Sur se localizan terrenos con actividad agrícola pertenecientes al mismo grupo.

PREDIO



La empresa cuenta con un predio de 10,045.3 m² distribuidos en las siguientes áreas: Zona de almacenamiento que constará de dos tanques de almacenamiento cilíndrico tipo intemperie con capacidad de 93,000 y 150,000 litros al 100 % agua, respectivamente. Esta zona contará, para el trasiego, con tres bombas y un compresor. Toma de recepción. Toma de suministro. Toma de carburación de autoabasto. Cuarto de tableros. Caseta de equipo contra incendio y cisternas. Almacén. Baños y oficinas.

TOMA DE RECEPCIÓN ACTUAL Y MODIFICACIONES



La planta de distribución actualmente cuenta con un recipiente para el almacenamiento temporal de GLP con una capacidad de 93,000 L agua al 100 %. Actualmente la empresa promueve el incremento de capacidad de almacenamiento de la planta, mediante la instalación de un segundo tanque con una capacidad de 150,000 L al 100 % agua en un espacio de 213.6 m². Adicionalmente, las tomas de recepción para descarga de semirremolques se reubicarán al este de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y éstas ocuparán una superficie de 26.4 m².

TOMAS DE SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTOABASTO



Para la carga de GLP a las unidades auto tanques, propiedad de la empresa, se cuenta con un área que se encuentra por el lado oeste de la zona de protección de los tanques de almacenamiento en esta zona también se encuentra la toma de carburación de auto abasto.

Para el suministro de auto tanques se cuenta con dos tomas, cada una con una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducción de gas líquido. En la línea de conducción de gas en fase líquida se tiene instalada una válvula de cierre rápido, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de exceso de flujo, una válvula de cierre de emergencia con actuador eléctrico (solenoides) y una turbina de medición.

La toma de carburación una toma de 25 mm (1") de diámetro. En la boca terminal cuenta con un acoplador de llenado, una válvula de cierre rápido, y un tramo de manguera especial para conducir GLP para llegar a la toma con una abrazadera, un separador mecánico (válvula pull away), una válvula de relevo hidrostático, una válvula de cierre rápido y una válvula de emergencia con actuador eléctrico (solenoides) de 1 1/4" de diámetro.

BOMBAS



Para el suministro de GLP a diferentes medios (auto tanques y tanques de carburación), la planta cuenta con 3 bombas. La bomba I y II son para el llenado de auto tanques. Marca Blackmer modelo LGLD3 de 10 HP de potencia para una capacidad de 378 L/min. La bomba III para el servicio de llenado de tanques montados en vehículos propiedad de la empresa. Marca Blackmer modelo LGL 1.5 de 3 HP de potencia para una capacidad de 124.9 L/min.

EDIFICACIONES



Las edificaciones al interior de la planta son de materiales incombustibles. Se encuentran por el lindero norte: oficinas, sanitarios y el almacén.

CUARTO ELECTRICO



Se encuentra por el lindero Norte de la planta, a un costado de las oficinas y cuenta con un tablero eléctrico donde se controla el suministro de energía a los equipos de la planta.

CUARTO EQUIPO CONTRA INCENDIO



En las instalaciones de la planta de distribución se cuenta con una caseta para resguardo del equipo contra incendio, incluyendo 1 cisterna de 41,000 L. Con la ampliación pretendida se construirá otra cisterna de 50,000 L a la cual se le adaptarán las bombas con las que cuenta actualmente la planta. La bomba principal contará con un motor eléctrico de 30 HP marca Dreming Crane. La bomba de respaldo cuenta con un motor de combustión interna de 45 HP marca Barnes.

EQUIPO CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD

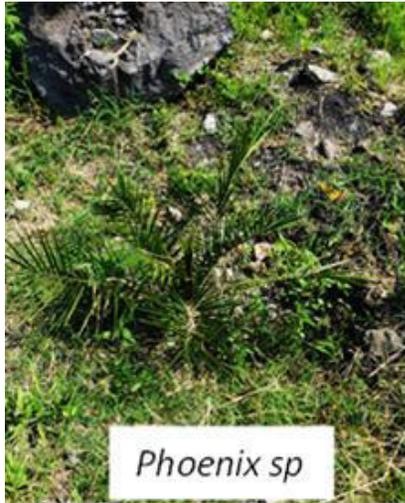


El equipo contra-incendio con el que se cuenta actualmente en la planta de distribución están los extintores portátiles y de carretilla, hidrantes, extintores, sistema de aspersion de agua, sistema pararrayos, alarma, letreros de seguridad y punto de reunión.

FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL



FLORA EN EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.



FAUNA EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS



V.2 OTROS ANEXOS

ASPECTOS LEGALES DE LA EMPRESA “DIESGAS, S.A. de C.V.”:

- Cédula de Identificación Fiscal de DIESGAS, S.A. DE C.V.
- Acta constitutiva de “Diesgas, S.A. de C.V.” Escritura N° 15,479. Vol. LVII. Lic. Guilebaldo Flores Tirado. Notario público N° 118 del Estado de Sinaloa. Fechada el 13 de noviembre de 2014.
- Poder general para pleitos y cobranzas a favor del Ing. José Enrique Magaña López. Escritura N° 14,323. Vol. LIII. Lic. Guilebaldo Flores Tirado. Notario público N° 118 del Estado de Sinaloa. Fechado el 06 de diciembre de 2012.
- Identificación oficial Ing. José Enrique Magaña López.
- Escritura de compra-venta N° 2559. Vol. LV, que celebran por una parte las señoras Florentina Ochoa Servin y Ma. Inés Castillo Camacho respecto de los predios rústicos denominados “Potrero del Coyote” y “El Sabino” o fracción “El Ranchito” de la ex-hacienda de Marroquín del Municipio de Apaseo El Alto, Guanajuato, en favor de la sociedad “Propiedades Urbanas del Pacífico, S.A. de C.V.” Fechada el 19 de abril de 1999.
- Contrato de arrendamiento que celebran Propiedades Urbanas del Pacífico, S.A. de C.V. (Arrendador) y Diesgas, S.A. de C.V. (Arrendatario), del predio ubicado en Camino de usos y costumbres a Marroquín km 20+318 de la Carretera Panamericana tramo Querétaro-Celaya, Municipio de Apaseo El Alto, Estado de Guanajuato. Fechada el 01 de julio de 2018.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Licencia de uso del suelo Folio N° Refrendo-016/2010, para el comercio al por menor de gas en cilindros y para tanques estacionarios. Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Apaseo El Alto, Gto. Fechada el 20 de octubre de 2010.
- Autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental. Oficio N° D.O.O. DGOEIA.-004536. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente Recurso Naturales y Pesca. Fechado el 07 de agosto de 2000.
- Autorización en materia de Impacto Ambiental. Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/1656/2017. Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial. Dirección General de Gestión Comercial. Fechado el 31 de enero de 2017.
- Oficio de ingreso del cumplimiento de condicionantes de la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/1656/2017. Fechado el 17 de julio de 2017.
- Autorización en materia de Riesgo Ambiental. Oficio N° DGGIMAR.710/001259. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. SEMARNAT. Fechado el 28 de febrero de 2007.
- Aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes. Oficio N° DGGIMAR.710/001945. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. SEMARNAT. Fechado el 29 de marzo de 2007.

- Título de permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. N° AD-GTO-027-N/99. Secretaría de Energía. Fechado el 08 de DICIEMBRE de 1999.
- Carátula del Título de permiso otorgado por la CRE N° LP/14292/DIST/PLA/2016.
- Aviso de inicio de operaciones. Oficio N° 312.-OS-F-3825/00. Subsecretaría de Operación Energética y Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas. Secretaría de Energía. Fechado el 06 de julio de 2000.
- Reporte técnico tipo E N° DPO/UVSELP191-C/001/22-06-2018. Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechado el 22 de junio de 2018.
- Seguro de responsabilidad civil N° 0501-005573-00. Folio 13055. Vigente del 01-05-18 al 01-05-19. AFIRME Seguros. Fechado el 01-05-18.

DICTÁMENES TÉCNICOS Y DE CONFORMIDAD DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Dictamen técnico N° DG-13-18 de modificación técnica de una planta de distribución de Gas L.P. de acuerdo a la NOM-001-SESH-2014. Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Registro N° UVSELP 191-C. Fechado el 12 de julio de 2018.
- Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas. N° DV12-2014-UVSEIE 342-A/000171. Unidad Verificadora. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechado el 12 de mayo de 2014.
- Dictamen de evaluación ultrasónica Tanque 1 (93,000 L). N° FDV-P14-00-52 MX-205-15. Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechado el 19 de abril de 2015.
- Dictamen de evaluación ultrasónica Tanque 2 (150,000 L). N° MX-366-18. Unidad de Verificadora. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechado el 03 de octubre de 2018.

ASPECTOS AMBIENTALES:

- Comprobante de suministro de agua. Fechado en enero de 2018.
- Comprobante de suministro eléctrico. Fechado en agosto de 2018.
- Comprobante de desazolve de fosa séptica. Fechado el 08 de enero de 2018.

CAPACITACIÓN Y MANTENIMIENTO:

- Plan de capacitación 2018 Planta Diesgas Apaseo.
- Programa anual de capacitación en materia de protección civil 2018.
- Programa anual calendarizado de mantenimiento.
- Cédula para la evaluación de simulacros.

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

Memorias de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Sistema Contra Incendio, de acuerdo a la NOM-001-SESH-2014. Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechadas en mayo de 2018.

PLANOS

Planos de los proyectos: Civil, Planométrico, Mecánico, Eléctrico y Sistema Contra Incendio. Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Entidad de Verificación S.A. de C.V. Reg. Aut. N° UVSELP 191-C. Fechados en mayo de 2018.