

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS



SAURO GAS, S.A. de C.V.

**Estación de Gas L.P.
Coahuila, 2020.**



Contenido

Definiciones.....	5
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
DATOS DEL PROMOVENTE	10
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.....	10
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	20
DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	23
<i>Aspectos bióticos</i>	<i>33</i>
<i>Medio socioeconómico.....</i>	<i>34</i>
ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	39
ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.....	42
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS	44
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	47
ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS	48
REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
ANEXOS.....	66
REFERENCIAS	67



Figuras

Figura 1. Geometría del tanque, las cotas consideradas en metros.	15
Figura 2. Casquete semi esférico, las cotas consideradas en metros.	15
Figura 3. Diagrama de flujo de la Estación.	22
Figura 4. Ubicación del proyecto en el municipio de Monclova, COA.	23
Figura 5. Clima del municipio de Monclova.	24
Figura 6. Geomorfología del municipio de Monclova.	28
Figura 7. Edafología del municipio de Monclova.	29
Figura 8. Mapa de Cuerpos de agua.	30
Figura 9. Hidrología superficial de Monclova.	31
Figura 10. Mapa de Acuíferos.	32
Figura 11. Habitantes por edad y sexo.	35
Figura 12. Radio de 500 m.	37
Figura 13. Sismicidad.	38
Figura 14. Datos ALOHA Escenario 1.	49
Figura 15. Selección de las zonas para el Escenario 1.	49
Figura 16. Proyección del Escenario 1.	50
Figura 18. Datos ALOHA Escenario 2.	51
Figura 17. Selección de las zonas para el Escenario 2.	51
Figura 19. Proyección del Escenario 2.	52
Figura 20. Datos ALOHA Escenario 3.	53
Figura 21. Selección de las zonas para el Escenario 3.	53
Figura 22. Proyección del Escenario 3.	54
Figura 23. Datos ALOHA Escenario 4.	55
Figura 24. Selección de las zonas para el Escenario 4.	55
Figura 25. Proyección del Escenario 4.	56
Figura 26. Datos ALOHA Escenario 5.	57
Figura 27. Selección de las zonas para el Escenario 5.	57
Figura 28. Proyección del Escenario 5.	58
Figura 29. Representación en plano del Escenario 1.	59
Figura 30. Representación en plano del Escenario 2.	60
Figura 31. Representación en plano del Escenario 3.	61
Figura 32. Representación en plano del Escenario 4.	62
Figura 33. Representación en plano del Escenario 5.	63



Tablas

Tabla 1. Datos del promoviente.....	10
Tabla 2. Superficies del proyecto.	11
Tabla 3. Características del tanque de almacenamiento.....	13
Tabla 4. Accesorios de control y seguridad.....	14
Tabla 5. Características de las bombas.....	15
Tabla 6. Características de los motores.	16
Tabla 7 Características del compresor.....	16
Tabla 8. Características del medidor de líquido.	16
Tabla 9. Relación de ubicación de extintores dentro del predio.	19
Tabla 10. Coordenadas geográficas.	23
Tabla 11. Características principales de los tipos y subtipos de Climas.	25
Tabla 12. Unidades de suelo.	28
Tabla 13. Principales corrientes y cuerpos de agua.....	30
Tabla 14. Acuíferos.	32
Tabla 15. Principales especies vegetales por tipo de vegetación.	33
Tabla 16. Población total por municipio según sexo.	36
Tabla 17. Zonas y frecuencia sísmica.....	38
Tabla 18. Tabla de consecuencias.....	44
Tabla 19. Tabla de probabilidades.....	45
Tabla 20. Matriz de nivel de riesgo.....	45
Tabla 21. Nivel de Riesgo derivado de la metodología.....	47
Tabla 22. Resultados del Escenario 1 para una nube tóxica.....	50
Tabla 23. Resultados del Escenario 2 para una nube inflamable.	52
Tabla 24. Resultados del Escenario 3 para una atmósfera explosiva.	54
Tabla 25. Resultados del Escenario 4 para un dardo de fuego.	56
Tabla 26. Resultados del Escenario 5 para una BLEVE.	58



Definiciones

Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, instalación, producción, otro;

Análisis de Riesgo de Proceso (ARP): Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado;

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH): Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable;

Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

BLEVE: ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición;

Capa de Protección: Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;

Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas



fugas, derrames, incendios o explosiones que, a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

Exposición: Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

Función Instrumentada de Seguridad (FIS): Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;

IDLH ("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en ingles). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;

Nivel de Integridad de Seguridad (SIL, Safety Integrity Level), por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;

Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

Seguridad Funcional: parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;

Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;

Simulación. Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

Sustancia Explosiva: La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;

Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;

TLV (15 min, STEL): ("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit") por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo



de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

TLV (8 h. TWA): ("Thresold Limit Value-Time Weighted Average") por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, y

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.



RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como finalidad establecer una Estación de Gas L.P., propiedad de SAURO GAS, S.A. DE C.V., dimensionando y estableciendo las medidas de seguridad necesarias a partir de la identificación de peligros, jerarquización y evaluación de riesgos para llevar a cabo el expendio de dicho combustible a los vehículos del público en general, clasificando la instalación de tipo B Comercial subtipo B1, Grupo III. Este pretende ubicarse en la Carretera 57 N° 1500, Fraccionamiento Villareal en el Municipio de Monclova, Coahuila.

El terreno sujeto al desarrollo del proyecto considera una superficie de 8,000.11 m², de acuerdo con el contrato de arrendamiento. Debido a que la Estación pretende ubicarse en una zona urbana-industrial, no se requiere de carriles de aceleración y desaceleración. El predio contará con dos accesos para la entrada y salida de los vehículos automotores y personal de la estación. Estos accesos se localizarán en los linderos norponiente y poniente. Los accesos libres permitirán el tránsito seguro de los vehículos y la salida de emergencia será en uno de los accesos libres, el acceso localizado al norponiente.

En total se prevé una capacidad total de almacenamiento de 250,000 litros de Gas L.P., en un único tanque, las tomas de recepción a dicho tanque contarán con válvulas de cierre manual, válvulas de no retroceso con mirilla, válvulas de paro de emergencia de acción remota, mangueras flexibles y separadores mecánicos. La estación contará con tres dispensarios para el suministro del combustible, estos estarán debidamente anclados a las isletas de concreto armado. El diseño de la estación antes referida cumplirá con los requisitos técnicos que establece la NORMA OFICIAL MEXICANA "NOM-003-SEDG-2004", "Estaciones de Gas L.P., para carburación diseño y construcción". publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de abril del 2005.

La estación de Gas L.P. contará con extintores portátiles y de carretilla, sistema de enfriamiento por aspersión sobre el recipiente de almacenamiento TH-1, sistema de hidrantes para cubrir al 100% las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de la empresa, además se considera una oficina para el personal administrativo y sanitarios para el personal que opera la estación y para el público en general. Las edificaciones estarán construidas con materiales incombustibles. (tabique, varilla, concreto y estructuras metálicas).

El histórico y experiencia muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, el presente documento cubre los escenarios que pudieran ser más probables o bien los más catastróficos. Desde una fuga en las tomas de almacenamiento y recepción hasta la explosión total del tanque de almacenamiento.



DATOS DEL PROMOVENTE

Tabla 1. Datos del promovente.

Razón social	SAURO GAS, S.A. DE C.V.
RFC	SGA1903138Y5
Representante legal	Daniel Gerardo Loera Gonzalez
Calle y número	Carretera 57 N°1500
Localidad	Fraccionamiento Villareal
Municipio	Monclova
Entidad Federativa	Coahuila

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

La Estación de Gas L.P., propiedad de "SAURO GAS, S.A DE C.V.", se ubicará en la carretera 57 N°. 1500, Fraccionamiento Villarreal en el Municipio de Monclova, Estado de Coahuila, esta contará con un recipiente de almacenamiento para Gas L.P., con capacidad de 250,000 litros y se considera una superficie de 8000.11m² para el proyecto. El uso que tiene esta superficie actualmente es de tipo comercial pues se tiene el antecedente que el sitio ya ha sido impactado debido a que este ya se encuentra pavimentado y con construcciones de tipo administrativas que sirvieron para el desarrollo de actividades de tipo comercial. El sitio seleccionado para el proyecto se encuentra inmerso en el municipio de Monclova, Coahuila, cabecera de la Zona Metropolitana de Monclova-Frontera se prevé que la Estación de Gas L.P. proporcione un servicio de combustible de alta calidad, en cuanto a especificaciones y criterios, siempre considerando los requerimientos específicos para el desarrollo urbano y ambiental. Ya que es de enorme trascendencia el desarrollo de proyectos, como este, pues representa una serie de beneficio social a la comunidad.

La Estación suministrará este combustible a los vehículos del público en general, por lo que se clasifica como tipo B Comercial, subtipo B1, Grupo III., el diseño de la estación antes referida cumplirá con los requisitos técnicos que establece la NORMA OFICIAL MEXICANA "NOM-003-SEDG-2004", "Estaciones de Gas L.P., para carburación diseño y construcción". publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de abril del 2005.

La selección del sitio se realizó, considerando las necesidades de los vehículos de transporte de la zona y la viabilidad del proyecto a largo plazo. Así como la accesibilidad del sitio, aparte de un gran número de establecimientos comerciales que se encuentran. También es importante resaltar que se eligió este sitio debido a que ya se encuentra impactado por la actividad antropogénica que se desarrolló previamente en el inmueble, al grado de ya contar con construcciones de oficinas para el desarrollo de las actividades administrativas.



Cabe resaltar que el sitio donde se pretende establecer cuenta con una infraestructura hidráulica que se ha desarrollado en función de las diversas formas de crecimiento urbano de la zona, así como del suministro de energía eléctrica y las respectivas unidades que prestan el servicio de correos, en otras palabras, el predio tiene acceso a los servicios públicos, lo cual facilita y permite el adecuado funcionamiento de las obras para el establecimiento del proyecto, así como para el desarrollo de las operaciones que involucra el giro de las instalaciones.

Las actividades en las colindancias del proyecto no representarán riesgos para la operación del mismo, tal como se aprecia en el Plano del proyecto civil (ABT-01), donde se aprecian dichas colindancias y la configuración espacial.

El predio estará delimitado de la siguiente manera:

- Al Norte:
Pared de block de concreto de 5.40 m de altura con una longitud de 95.00 metros.
- Al Sur:
Pared de block de concreto de 5.40 m de altura y una longitud de 95.00 metros.
- Al Oriente:
Pared de concreto de 6.50 m de altura con una longitud de 45.00 metros.
- Al Poniente:
Malla ciclónica de 1.80 m altura y una longitud de 45.00 metros.

El proyecto se pretende situar en una superficie de 8, 000.11 metros cuadrados, que es la superficie total del predio arrendado por SAURO GAS, S.A. DE C.V. A continuación, se desglosa cada una de las superficies que comprende la totalidad del predio que pretende ocupar el proyecto.

Tabla 2. Superficies del proyecto.

Área de la Estación	Superficie (m²)
Almacenamiento	291.96
Despachadores	264.14
Oficinas	316.91
Sanitarios	13.87
Cuarto de bombas del sistema contra incendio	42.66
Tomas de recepción	88.76
Superficie libre	6981.81
Total del Predio	8000.11

Se prevé el acondicionamiento de los espacios disponibles en el predio para llevar a cabo la instalación del recipiente, equipos y accesorios para la correcta operación de la Estación, así como el resanado y pintura de las paredes de las oficinas ya existentes. Es importante mencionar que previo al desarrollo de estas actividades se realizó el estudio de mecánica de suelos para determinar la capacidad de carga del suelo donde se



pretende establecer el proyecto, así como para obtener las características estratigráficas del suelo y poder estimar el comportamiento del suelo bajo condiciones de carga.

Aunado a esto se contempla en el Proyecto Civil un análisis geométrico básico y generalizable con la intención de determinar las dimensiones que deberán regir el diseño de los soportes del recipiente de almacenamiento. También se consideran las correcciones requeridas por la asimetría provocada por desplomes y que en el momento de ocurrir la fluencia genera sobre cargas adicionales. Se considera adicionalmente la sobre carga horizontal que genera el gradiente de temperatura ambiental. De la misma manera, se toma en consideración el sobre esfuerzo que provoca la inclinación del tanque debido al asentamiento de la estructura, como consecuencia del comportamiento del suelo.

Se procederá al mejoramiento de la resistencia del suelo, de acuerdo a las recomendaciones de la mecánica de suelos. Se delimitará el perímetro de la construcción y solo se dejará accesos para el personal y maquinaria que ingrese a la obra. Posteriormente se realizará la cimentación de las bases de equipos, sistema de tierras, trincheras para las canalizaciones mecánicas y eléctricas, así como instalaciones hidráulicas.

La Estación de Gas L.P. contará con dos accesos para la entrada y salida de los vehículos automotores y personal de la estación, estos accesos se localizarán en los linderos norponiente y poniente. Los accesos libres permitirán el tránsito seguro de los vehículos y la salida de emergencia será en uno de los accesos libres, el acceso localizado al norponiente.

El área donde se ubicará el proyecto contará con las pendientes naturales mínimas necesarias para el desalojo de las aguas pluviales al exterior, y de esta manera evitar inundaciones. Además, contará con drenaje sanitario para conducir las aguas provenientes de dicho servicio hacia el drenaje municipal.

La circulación de los vehículos en el interior de la Estación estará firme y consolidada, además tendrá la nivelación superficial necesaria y amplitud suficiente que permitirá el tránsito seguro de los vehículos que entraran a cargar Gas L.P.

Características

Para las bases de sustentación del tanque se empleará acero, este no deberá estar en contacto directo con el suelo, sino sobre madera, concreto, plataformas y otros soportes similares. El acero debe almacenarse clasificado por grado, tipo y/o diámetro; las varillas corrugadas se deben suministrar en paquetes que contengan varillas de un solo diámetro. Deberá almacenarse en condiciones que eviten la oxidación y que la protejan contra golpes y alteración química en general.

Aunado a esto se realiza un análisis geométrico básico y generalizable, con la intención de determinar las dimensiones que deberán regir el diseño de los soportes. El análisis sísmico, toma en cuenta la interacción líquido-estructura mediante el análisis de las



alturas convectivas e impulsivas, provocadas por la solicitud, convirtiendo dicho resultado en una pestaña adicional en el murete, para evitar el giro. Así mismo, la altura equivalente que refleja el efecto sísmico, es analizado para determinar la ampliación por esfuerzos de segundo orden.

También se consideran las correcciones requeridas por la asimetría provocada por desplomes y que en el momento de ocurrir la fluencia genera sobre cargas adicionales. se considera adicionalmente la sobre carga horizontal que genera el gradiente de temperatura ambiental. de la misma manera, se toma en consideración el sobre esfuerzo que provoca la inclinación del tanque debido al asentamiento de la estructura, como consecuencia del comportamiento del suelo.

Recipiente de almacenamiento

El recipiente de almacenamiento de Gas L.P., que utilizará la Estación tendrá las siguientes características:

Tabla 3. Características del tanque de almacenamiento.

Datos	TH-1
Fabricante	SEMASA
N.- de serie	S/D
Tara Kg.	44 124
Presión trabajo máxima, Kg/cm ²	17.58
Temperatura máxima, °C	37.8
Tipo de cabezas	Semiesféricas
Rayos x cuerpo %	S/D
Rayos x cabezas %	S/D
Diámetro exterior, cm	338
Longitud total, cm	2990
Espesor placa cuerpo, mm	S/D
Espesor placa cabezas, mm	S/D
Capacidad agua nominal, L	250 000
Capacidad en Kg.	S/D
Modelo	S/D
Año de fabricación	2019
Fecha prueba hidrostática	S/D
Norma de fabricación	NOM-009-SESH-2011
Presión de prueba hidrostática en Kg/cm ²	S/D
Presión de vapor máxima en Kg/cm ²	12.3
Presión de diseño en Kg/cm ²	17.58
Revelado de esfuerzos	Si
ASME sección VIII, edición	S/D
Material placa del cuerpo	SA-612
Material placa cabezas	SA-516-70
Numero de orden de trabajo	S/D
Leyenda de no calentamiento	SI

Notas: S/D: Sin Dato, específicamente el recipiente de almacenamiento cumplirá con los requisitos establecidos en la NOM-009-SESH-2011.

El recipiente de almacenamiento para Gas L.P., estará pintado de color blanco y en cada uno de los casquetes tendrá pintado un círculo de color rojo, así como caracteres no menores a 15 centímetros indicando el contenido, capacidad, número económico y la razón social.

El recipiente de almacenamiento contará con los siguientes elementos:

Una escalerilla fija terminada en plataforma metálica para el acceso a la parte superior y de esta manera poder hacer las lecturas de los instrumentos de control y seguridad. la escalerilla fija y plataforma se instalarán en un costado del recipiente. el recipiente de almacenamiento se encontrará nivelado en su punto de máximo llenado.

El recipiente de almacenamiento tendrá los siguientes accesorios de control y seguridad:

Tabla 4. Accesorios de control y seguridad.

TH-1
Un indicador magnético de nivel de 63.5 mm (2 ¹ / ₂ pulg) de diámetro.
Un termómetro con graduación de -20 a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.
Un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm ² , de 6.35 mm de diámetro.
Dos válvulas de máximo llenado de 6.35 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
8 válvulas de relevo de presión de 63.5 mm, (2 ¹ / ₂ pulg) de diámetro.
2 válvulas multiport de 101.6 mm, 4 pulg. de diámetro.
2 válvulas internas con actuador neumático para Gas L.P., líquido, de 76.2 mm, 3 pulg. De diámetro.
1 válvula interna con actuador neumático para retorno de Gas L.P., líquido, de 50.8 mm, 2 pulg. de diámetro.
2 válvulas internas con actuador neumático para Gas L.P., vapor de 50.8 mm, 2 pulg. Y 76.2 mm, 3 pulg. de diámetro.

Cada una de las válvulas de relevo de presión del recipiente de almacenamiento, contarán con tubos de descarga de acero al carbono, cédula 40 de 76.2 mm, 3 pulg. de diámetro y de 2.00 m. de altura. todas las entradas y salidas de líquido y vapor, estarán protegidas con válvulas internas con actuador neumático, seguidas con válvulas de cierre manual tipo globo, en el sentido del flujo.

Todas las entradas y salidas de líquido y vapor, estarán protegidas con válvulas internas con actuador neumático, seguidas con válvulas de cierre manual tipo globo, en el sentido del flujo.

El área de almacenamiento se protegerá con muretes de concreto armado de 0.60 m. de altura, y se instalará en todo el perímetro malla ciclón de 2.00 m de altura con 2 puertas de acceso. El área de suministro estará protegida contra impacto vehicular con tubos en "u" de 101.6 mm (4 pulg.) de diámetro, esta área contará con un techo protector para cubrir los 3 despachadores.

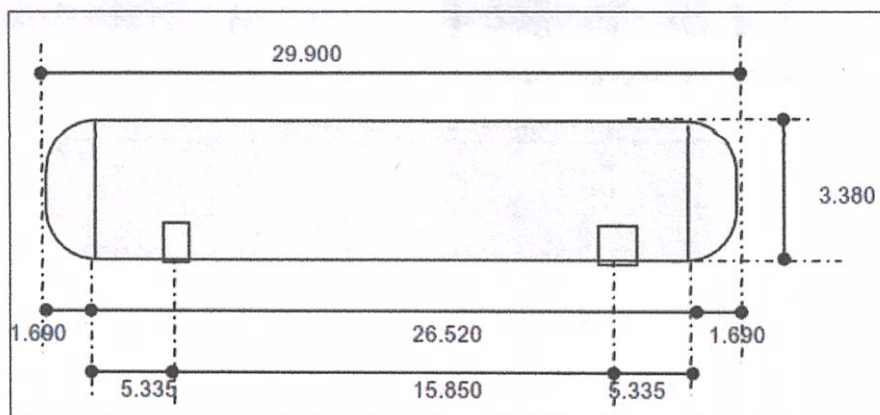


Figura 1. Geometría del tanque, las cotas consideradas en metros.

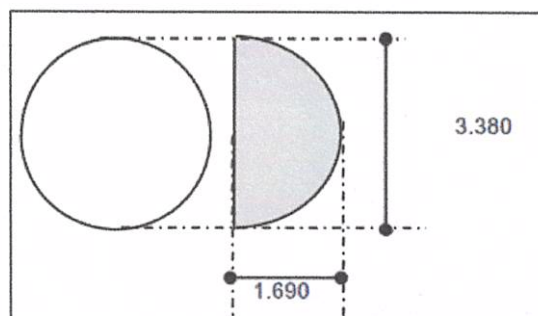


Figura 2. Casquete semi esférico, las cotas consideradas en metros.

Los cálculos y consideraciones a detalle para el análisis estructural de las bases de sustentación del tanque, se encuentran en el Proyecto civil, documento que se adjunta.

Accesorios y equipos

El equipo y accesorios que se utilizarán para el almacenamiento y manejo de Gas L.P., serán para la presión de diseño seleccionada 2.74 Mpa (28 kg/cm²) y cumplirán con las normas oficiales mexicanas aplicables.

El sistema de tuberías se proyectó para una presión de diseño de 2.746 Mpa (28 kg/cm²), el recipiente, tuberías y todas las estructuras metálicas superficiales estarán protegidas contra la corrosión.

Bombas y compresores

Para el suministro de Gas L.P. al área de suministro, la Estación contará con dos bombas para uso exclusivo de ese producto, estas se localizarán dentro de la zona de protección del área de almacenamiento. Las características de las bombas serán las siguientes:

Tabla 5. Características de las bombas.

Marca	Blackmer
Modelo	Lgld3e
Capacidad nominal	605.6 l/min (160 gal/min)
Diámetro de succión	76.2 mm (3 pulg.)
Diámetro de descarga	76.2 mm (3 pulg.)

Los motores eléctricos tendrán las siguientes características:

Tabla 6. Características de los motores.

Marca	SIEMENS
Modelo	S/D
Potencia	15 (H.P.)
Voltaje	230/460 Volts
Corriente	21/10.5 Amperes
Velocidad	1725 r.p.m

Las bombas y los motores eléctricos, estarán sujetos a una base metálica fija, la cual se encontrará soportada y anclada a una base de concreto armado. Los pares bomba-motor estarán conectados a tierra. Específicamente para las bombas, se contempla un filtro y cople flexible en las tuberías de succión.

La estación contará con un compresor con las siguientes características:

Tabla 7 Características del compresor

Marca	Blackmer
Modelo	LB-361
Potencia del motor	15 H.P.
Capacidad nominal	734 l/min (194 gal/min)

Medidores de líquidos

La estación prevé la instalación tres dispensarios en una isleta cada uno, para el suministro de Gas L.P., los dispensarios contarán con medidores volumétricos para líquido, con las siguientes características:

Tabla 8. Características del medidor de líquido.

Marca	NEPTUNE
Tipo	4D
Diámetro de entrada y salida	38.1 mm (1 ½ pulg.)
Capacidad máxima	227.1 LPM (60 GPM)
Capacidad mínima	45.42 LPM (12 GPM)
Presión de trabajo	24 kg/cm ²

Sistema de tuberías

Las tuberías que se utilizarán para la conducción del Gas L.P., tanto en fase líquida como en fase vapor, cumplirán con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-B10-1990 "Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente".

Las tuberías soldadas serán de acero al carbono de 76.2 mm (3 pulg.), y 50.8 mm (2 pulg.) de diámetro, cédula 40, sin costura. si se utilizan tuberías roscadas serán cedula 80.



Tubería para conducción de combustible en líquido: 76.2 mm (3 pulg.) y 50.8 mm (2 pulg.).

Tubería para conducción de retorno líquido: 50.8 mm (2 pulg.)

Tubería para conducción de retorno de Gas L.P. vapor: 50.8 mm (2 pulg.)

Las tuberías de conducción de Gas L.P., tanto de líquido como de vapor estarán instaladas a nivel de piso y en trincheras, en soportes metálicos debidamente anclados al piso. Antes del inicio de operaciones del sistema de tuberías, se efectuará una prueba de hermeticidad, con aire a la presión de 1.5 kg/cm² durante un lapso de 30 minutos.

Accesorios del Sistema de Tuberías

Indicadores de flujo

- Se instalarán indicadores de flujo, en las tomas de recepción.

Válvula de retorno a automático

- Se instalará una válvula de retorno automático, en la tubería de descarga de cada una de las bombas que suministrará Gas L.P., a los dispensarios.
- La válvula de retorno automático estará calibrada para abrir a la presión diferencial de 5.27 kg/cm² (75 lb/pulg²).

Conectores flexibles

- Se instalará un conector flexible metálico en las tuberías de succión de las bombas y en cada una de las 5 tuberías de entradas y salidas del recipiente de almacenamiento.

Filtros

- Se instalará un filtro en las tuberías de succión de cada una de las bombas, para evitar que partículas sólidas lleguen a dañarlas.

Válvulas

- Las válvulas de cierre que se instalarán en el sistema de trasiego serán para uso de Gas L.P., y para la presión de trabajo de 28 kg/cm² (398.16 lb/pulg²).

Válvulas de relevo hidrostático

- Se instalarán válvulas de relevo hidrostático en los tramos de tubería, tubería y manguera en que pueda quedar atrapado gas líquido entre dos válvulas de cierre.
- Las válvulas estarán calibradas para abrir a 28.123 kg/cm² (400 lb/pulg²).

Válvula de exceso de flujo y válvulas de no retroceso

- Las válvulas de estos tipos que se instalarán en el sistema de trasiego de Gas L.P., cumplirán con las especificaciones que establece la Norma Mexicana NMX-X13-1965.

Mangueras y sus conexiones

- Las mangueras y sus conexiones cumplirán con las especificaciones que establecen las Normas Mexicanas NMX-X-29-1965 Y NMX-X-4-1967.
- Se utilizarán mangueras flexibles de 25.4 mm (1 pulg.) de diámetro, en las tomas de los dispensarios que suministrarán combustible.

Tomas de recepción para el gas

- Las tomas de recepción contarán con válvulas de cierre manual, válvulas de no retroceso con mirilla, válvulas de paro de emergencia de acción remota, mangueras flexibles y separadores mecánicos.

Tomas de suministro de gas

- La Estación instalará tres dispensarios para el suministro del combustible, los cuales tienen los siguientes accesorios de seguridad y control.
 - Válvula de cierre rápido antes y después del medidor volumétrico
 - Medidor volumétrico para líquido de 38.1 mm (1 1/2 pulg.) de diámetro
 - Válvulas de relevo hidrostático
 - Separador mecánico
 - Acopladores ACME
 - Manguera flexible de 25.4 mm (1 pulg.) de diámetro
 - Válvula de cierre rápido con punta de llenado

Soportes para las tomas de suministro gas

- Los dispensarios para el suministro de Gas L.P., estarán debidamente anclados a las isletas de concreto armado.

Todos los accesorios de control y seguridad de los dispensarios, estarán debidamente protegidos contra jalones bruscos de las mangueras. las mangueras de suministro de Gas L.P. para carburación, contarán con un separador mecánico cada una de ellas.

La Estación de Gas L.P. para carburación contará con extintores portátiles y de carretilla, sistema de enfriamiento por aspersión sobre el recipiente de almacenamiento, sistema de hidrantes con la finalidad de cubrir las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de SAURO GAS, S.A. DE C.V.

La protección del recipiente será mediante dos ramales de 76.2mm (3 pulg) de diámetro, donde se distribuirán las boquillas en toda la longitud del recipiente. Cada aspersor debe cubrir 1/2 de la circunferencia del perímetro del cilindro, para enfriar por aspersión directa la mitad superior del recipiente y la mitad inferior del mismo será protegido por escurrimiento del agua.

Los aspersores van a rociar directamente el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento. El recipiente de almacenamiento tendrá instalados 20 aspersores para el enfriamiento, distribuidos en 2 hileras de 8 aspersores cada una, debido a que son 2 ramales.

La Estación contará con un tanque vertical con capacidad de 100,000 litros de agua para la disposición del sistema de enfriamiento por aspersión e hidrantes. Se contemplan 2 bombas para el servicio de agua contra incendio, una accionada con motor eléctrico y otra accionada con motor de combustión interna.

La activación de las bombas de suministro a los sistemas de agua contra incendio se efectuará por operación manual. El control de arranque manual estará debidamente señalizado.

El sistema de bombeo está calculado para que suministre tanto al sistema de hidrantes como al sistema de enfriamiento por aspersión, la presión mínima es de 3 kg/cm² en el hidrante hidráulicamente más desfavorable; considerando al caudal total conducido.

Los hidrantes contarán con una manguera de longitud máxima de 30 m, con un diámetro nominal mínimo de 38 mm (1 ½ pulg.), las mangueras contarán con una boquilla reguladora en el extremo libre. El sistema de 2 hidrantes operando de la estación cubrirá al 100% las áreas de almacenamiento y trasiego. Las áreas de cobertura de los hidrantes están contempladas en el plano del proyecto contra incendio.

Aunado al sistema de enfriamiento e hidrantes, se prevé la protección para casos de inicio de incendios, con extintores de capacidad mínima nominal de 9 kg de Polvo Químico Seco tipo ABC, a excepción de los que se tendrán instalados en los tableros de control eléctricos, que serán tipo C (CO₂). Se contará, además, con 2 extintores de carretilla de 25 kg de Polvo Químico Seco.

Tabla 9. Relación de ubicación de extintores dentro del predio.

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	1 por cada toma, total 4
Tomas de carburación (3 despachadores)	1 por cada toma, total 6
Zona de almacenamiento	1 por cada lado del recipiente, total 2
Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo, total 3
Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas, total 1
Caseta de vigilancia	total 1

La vida útil del proyecto se estima en 50 años sin recibir mantenimiento, no obstante, con el mantenimiento preventivo y correctivo las instalaciones pueden tener una vida media indefinida, así mismo la vida del tanque y otros equipos está determinada por la normatividad correspondiente.

Para mayor información respecto al diseño del proyecto, se anexan a este estudio la Memoria Técnico Descriptiva del Proyecto Civil, Proyecto Mecánico, Proyecto Eléctrico, Proyecto Contra Incendio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Recepción del autotanque

Al llegar el auto tanque a la Estación de Gas L.P., se estaciona el vehículo junto a la toma de recepción, se para el motor, se colocan calzas para impedir el movimiento del vehículo. En esta operación, se conectan las mangueras del autotanque de abastecimiento de combustible a las conexiones correspondientes del tanque de almacenamiento y por medio de la bomba de combustible del autotanque, se bombea el combustible al tanque el cual cuenta con medidor de flujo y una vez que se descargada el volumen deseado, se para el bombeo, se desconectan las mangueras y se revisa que no se presenten fugas en las conexiones.

Al recibir la unidad, el encargado revisa su capacidad, considerando su capacidad nominal, se efectúa una operación sencilla y se determinará la cantidad de gas que contiene. Así mismo, el encargado está capacitado para conocer la capacidad del tanque de la estación de gas, así como el porcentaje en el que se encuentra el recipiente antes de iniciar la maniobra de descarga y así determinar la cantidad que puede recibir el tanque. El procedimiento previo a la descarga del combustible es el siguiente:

- Apagar las luces y cualquier otro equipo eléctrico
- Colocar los frenos de mano o de seguridad, y además poner cuña en las llantas para evitar movimiento accidental
- Conectar el transporte a tierra en el punto que se señale
- Conectar la manguera de líquido en la válvula de llenado del tanque a llenar
- Poner en marcha la maquinaria de trasiego y controlar la descarga, verificando constantemente los medidores de nivel para evitar un sobrellenado
- Una vez termina la descarga en tanque, el encargado apagará la maquinaria, cerrará válvulas, desconectada la manguera quitará la conexión a tierra, retirará las cuñas y se cerciorará de que no haya quedado ninguna fuga en el vehículo
- Una vez llevado a cabo todo lo anterior, se verificará el nivel de Gas y se emite el reporte de salida respectivo.

Descarga de combustible y almacenamiento

La descarga consistirá en conectar las mangueras del autotanque de abastecimiento del Gas L.P., a las conexiones correspondientes del recipiente de almacenamiento y, por medio de la bomba de combustible del autotanque, se bombeará el combustible al tanque de almacenamiento, el cual contará con un medidor de flujo. Una vez que se descargue el volumen deseado, se detendrá el bombeo, se desconectarán las mangueras y se revisará que no se presenten fugas en las conexiones, terminando así, la operación de abastecimiento.



Trasiego a tanque de carburación

Esta operación consistirá en el trasiego del energético a los recipientes de carburación instalados en vehículos particulares que cuenten con motores de combustión interna a base de Gas L.P. Para ello se cuenta con un área de suministro o llenado, en donde se construirán tres isletas y se instalará un medidor de flujo volumétrico respectivamente, con registro para controlar el abastecimiento de gas, así como mangueras y conexiones especiales para el suministro de combustible.

Del tanque de almacenamiento, el combustible es conducido a través de tuberías de doble pared a los dispensarios donde se tienen pistolas de despacho, las cuales surten el producto a los tanques de los vehículos automotores los cuales se deberán estacionar en la isla de llenado. A continuación, se enlista el procedimiento a seguir:

- El operador de la carga de recipientes de carburación observará primero que el equipo se encuentre en buenas condiciones; que los medidores se encuentren correctamente calibrados
- Se verificará que las tuberías, conexiones, válvulas y mangueras, no presenten fugas; verificándose que las válvulas donde pasa el GAS L.P., hasta los medidores se encuentren abiertas
- Se recibirá el vehículo con el recipiente de carburación correctamente instalado, se ordenará se estacione paralelo a la toma de carburación
- Se realiza la conexión a tierra
- Se conectará el acoplador de líquido de la manguera de servicio, teniendo cuidado de haber colocado el sello correspondiente, después se abrirá la válvula de purga de máximo llenado
- Se colocará en ceros el medidor, moviendo el maneral dos veces a la derecha y se procede a arrancar la bomba, por medio de la estación de botones existente en la isleta y se suspende el llenado cuando el medidor marque el 85% o cuando expulse Gas la válvula de purga de máximo llenado
- El operario deberá tener puestos, guantes de cuero
- Se retirará el acoplador de líquido cuidadosamente, con la válvula de la punta de manguera cerrada, verificando que el check de la válvula de llenado del recipiente haya cerrado
- Se retirará la conexión a tierra y se ordenará la salida del vehículo

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de la operación prevista para la Estación.

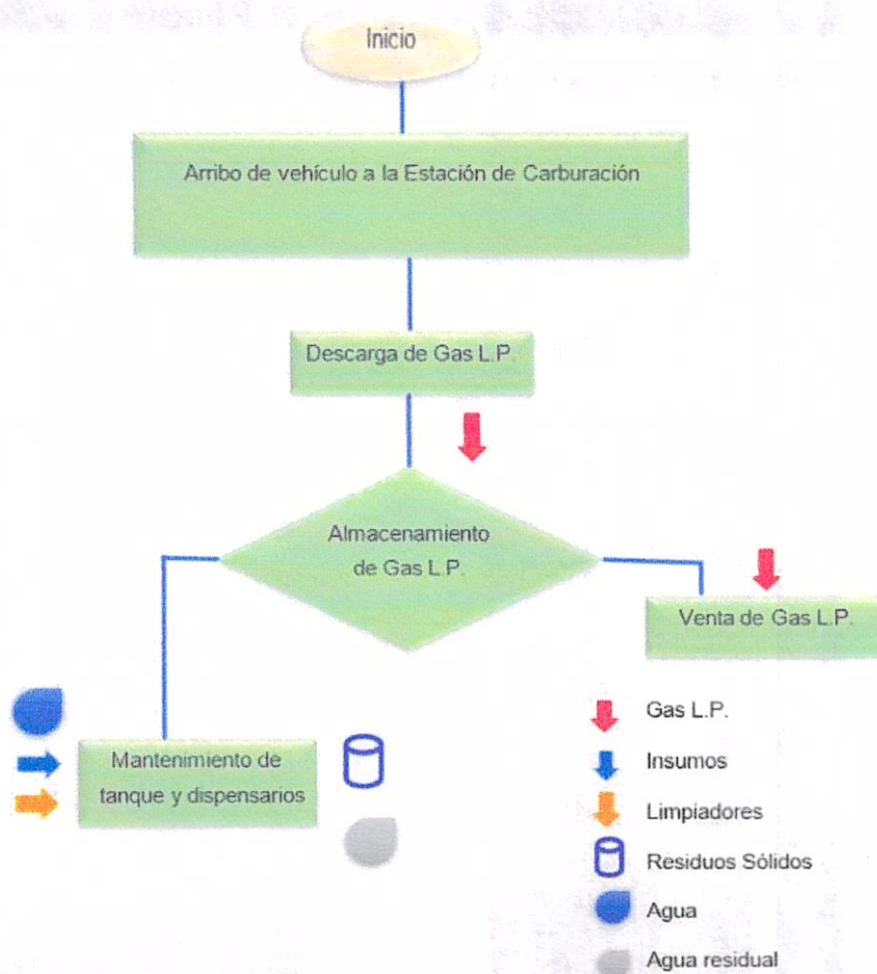


Figura 3. Diagrama de flujo de la Estación.

DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

El proyecto se pretende ubicar en Carretera 57 N°1500, Fraccionamiento Villareal, Monclova, Coahuila. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas del proyecto:

Tabla 10. Coordenadas geográficas.

Punto	Coordenada geográfica
A	26° 51' 31.1760" N, 101° 25' 35.9122" O
B	26° 51' 31.0860" N, 101° 25' 31.3994" O
C	26° 51' 29.0916" N, 101° 25' 31.4228" O
D	26° 51' 28.8540" N, 101° 25' 35.6460" O

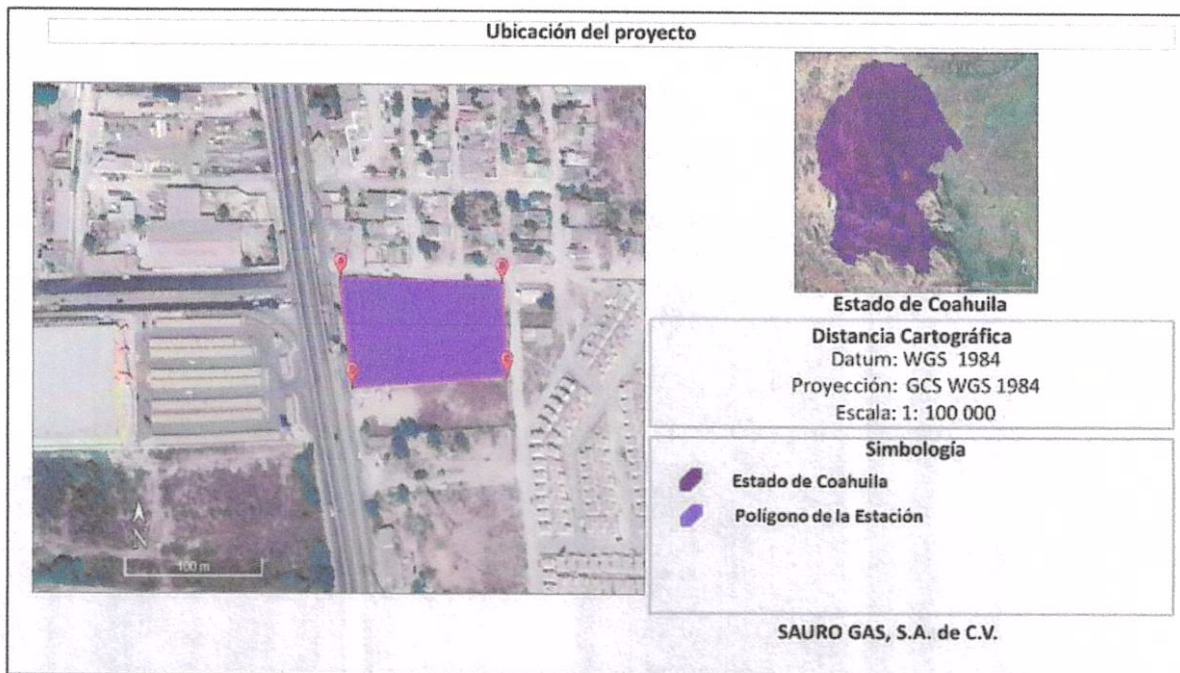


Figura 4. Ubicación del proyecto en el municipio de Monclova, COA.

Esta ubicación se eligió considerando las necesidades de los vehículos de transporte de la zona y la viabilidad del proyecto a largo plazo. Así como la accesibilidad del sitio, aparte de los establecimientos comerciales que se encuentran. Asimismo, el predio se sitúa en una zona en crecimiento, con lo cual se espera un incremento de la demanda a este tipo de comercio. Las áreas adyacentes al predio también han sido utilizadas para el desarrollo de servicios diversos. Para la selección del sitio se tomó en cuenta, que uno de los factores es el fácil acceso a la carretera federal No. 57 esta es una importante vía de comunicación que permite la constante circulación de vehículos que transportan mercancía y personas de los sitios vecinos.

Generalidades

El proyecto se pretende ubicar en el Estado de Coahuila de Zaragoza, comúnmente llamado Coahuila, es uno de los treinta y un estados que, junto con la Ciudad de México, forman los Estados Unidos Mexicanos. Las coordenadas geográficas del Estado son: al Norte 27° 18' 08" y 102° 02' 41" de longitud Oeste, con una altitud de 620 msnm.

Donde se desarrollará el proyecto es en el Municipio de Monclova, es el tercer municipio más poblado del estado con 231,107 habitantes (INEGI, 2015), así como cabecera de la Zona Metropolitana de Monclova-Frontera, el cual se sitúa dentro de los paralelos de las coordenadas geográficas: 26° 54' 37" de latitud Norte y los meridianos 101° 25' 20" de longitud Oeste, con una altitud de 620 msnm.

Específicamente el sitio seleccionado para la instalación y desarrollo del proyecto se encuentra de acuerdo a las coordenadas de la Tabla 11., y tal como se aprecia en la Figura 4.

Clima

En gran parte del estado el tipo de clima es predominantemente seco y muy seco, variable de una región a otra, con climas templados semicálidos como en los bolsones coahuilenses, y las regiones más altas y septentrionales en las que llega a ser templado semihúmedo, con intervalos de temperatura media anual de ocho a 22 grados centígrados, y de precipitación pluvial anual de 200 a 500 mm. (INEGI, 2000).

Específicamente en el municipio de Monclova se tienen registros que al centro, este y sur del municipio se presentan climas de subtipos secos semicálidos (Bs), y en la parte norte y oeste se registran subtipos de climas muy secos semicálidos (Bw); la temperatura media anual es de 18 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; en el noroeste y en el norte, sur y este del municipio, es del rango de los 400 a 500 milímetros con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre.

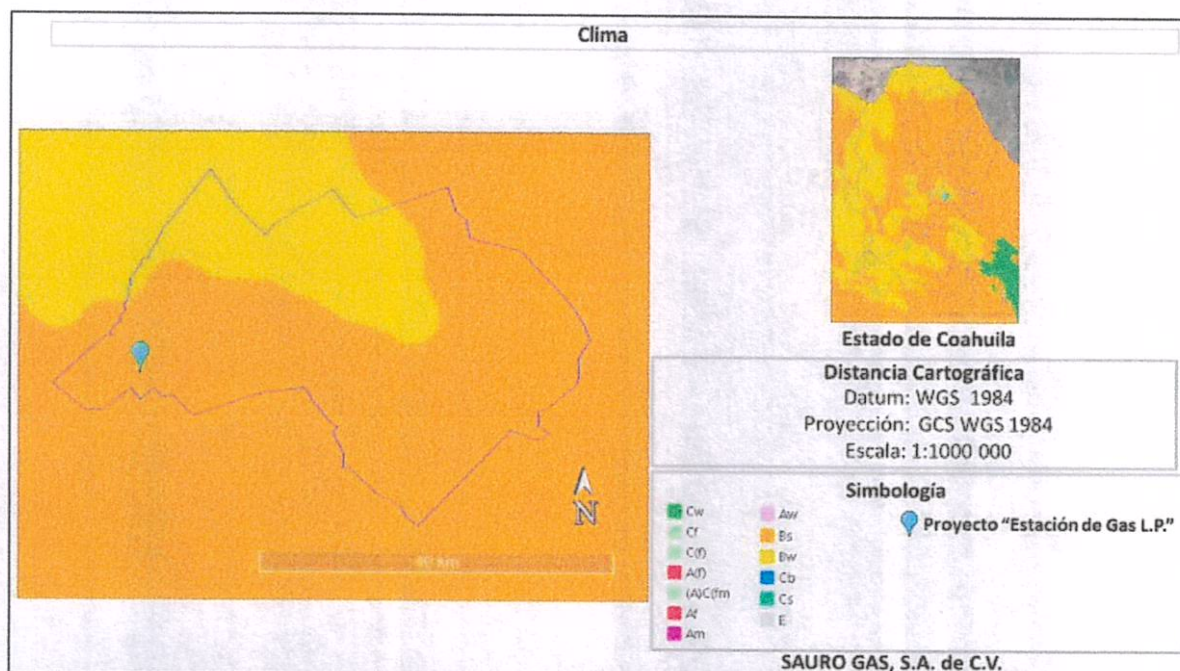


Figura 5. Clima del municipio de Monclova.



Tabla 11. Características principales de los tipos y subtipos de Climas.

Clave	Tipo Clima	Descripción	Clave Subclimas	Descripción
BW (Desértico muy seco)	Muy seco cálido	Cálido, temperaturas medias, anual $> 22^{\circ}\text{C}$ y del mes más frío $< 18^{\circ}\text{C}$.	BW(h)hw	Régimen de lluvia de verano
	Muy seco semicálido	Semicálido, temperaturas medias, anual 18° a 22°C y del mes más frío $< 18^{\circ}\text{C}$	BWhw	Régimen de lluvia de verano
			BWhw(x)	Régimen de lluvia de verano. El porcentaje de lluvia invernal corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.
			BWhx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año
	Muy seco templado	Templado, temperaturas medias, anual 12° a 18°C , del mes más frío entre -3° y 18°C y del mes más cálido $> 18^{\circ}\text{C}$	BWkw	Régimen de lluvia de verano.
BS (Estepario seco) Corresponde a los que tienen un cociente P/T menor de 22.9	Seco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22°C y del mes más frío $< 18^{\circ}\text{C}$	BS0hw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS0hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS0hw	Régimen de lluvia de verano.
	Seco cálido	Corresponde al Cálido, temperaturas medias, anual $> 22^{\circ}\text{C}$ y del mes más frío $< 18^{\circ}\text{C}$.	BS0(h)hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año
			BS0(h)hw	Régimen de lluvia de verano
			BS0(h)hw(x)	Régimen de lluvia de



Clave	Tipo Clima	Descripción	Clave Subclimas	Descripción
	Seco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C		verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS0kx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año
			BS0kw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.
			BS0kw	Régimen de lluvia de verano
BS1 (Estepario semiseco) Corresponde a los que tienen un cociente P/T mayor de 22.9	Semiseco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BS1hw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS1hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS1hw	Régimen de lluvia de verano.
	Semiseco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BS1kx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año
			BS1kw	Régimen de lluvia de verano
			BS1kw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36

Clave	Tipo Clima	Descripción	Clave Subclimas	Descripción
				para lluvia de invierno
C (Templado)	Templado subhúmedo	Corresponde al Templado, temperatura media anual entre 12 ° y 18 ° C.	Cx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
		Corresponde al templado, temperatura media anual entre 12 ° y 18 ° C	C(w1)	Subhúmedo con humedad media, cociente P/T entre 43.2 y 55.0
	Semifrío subhúmedo	Corresponde al Semifrío, temperatura media anual entre 5 ° y 12 ° C.	C(E)x	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.

Fuente: García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México.

Los vientos predominantes van en dirección al noreste a velocidades de 14 a 28 km/h. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de uno a dos días en el suroeste, y en el norte, sur y este es de 0 a 1 días.

Geología y Geomorfología

La geología del estado está representada principalmente por formaciones de rocas sedimentarias: Calizas, lutitas, areniscas y dolomitas. Estas están presentes desde la Era Paleozoica y de una columna originada en la Era Mesozoica y en las cuales se encuentran cinco formaciones del periodo jurásico, 51 formaciones que se originaron en el cretácico, siete formaciones de la era cenozoica. Dando lugar en el terciario a dos tipos de ambientes: El marino y continental. El periodo Cuaternario o reciente comprende una sola formación (CRM, 1993) (SEMA, 2015).

Por otra parte, la geología estructural del estado está definida por un gran número de anticlinales y sinclinales que dan lugar a estructuras donde estos pliegues de forma cóncava tienen en su interior las capas más jóvenes.

La Provincia de la Sierra Madre Oriental, en la que se encuentra inmersa la zona metropolitana de Monclova-Frontera-Castaños, se caracteriza geológicamente por la presencia de roca sedimentaria marina del Mesozoico, que fueron sometidas a esfuerzos corticales de tensión y compresión, y dieron lugar a levantamientos serranos abruptos compuestos de rocas calizas, que se alternan con valles intermontanos. Además, se encuentran lomeríos de pendientes suaves constituidos por lutitas asociadas con calizas y areniscas.

En el caso de la zona metropolitana de Monclova el factor más decisivo es que se ubica en una extensa planicie de rampa, es decir es una gran área más o menos plana norte-

sur, con estribaciones de sierra compleja, al este y al sureste que sólo son aptas para uso forestales de conservación. La principal elevación del municipio es la sierra La Gloria ubicada al sureste.

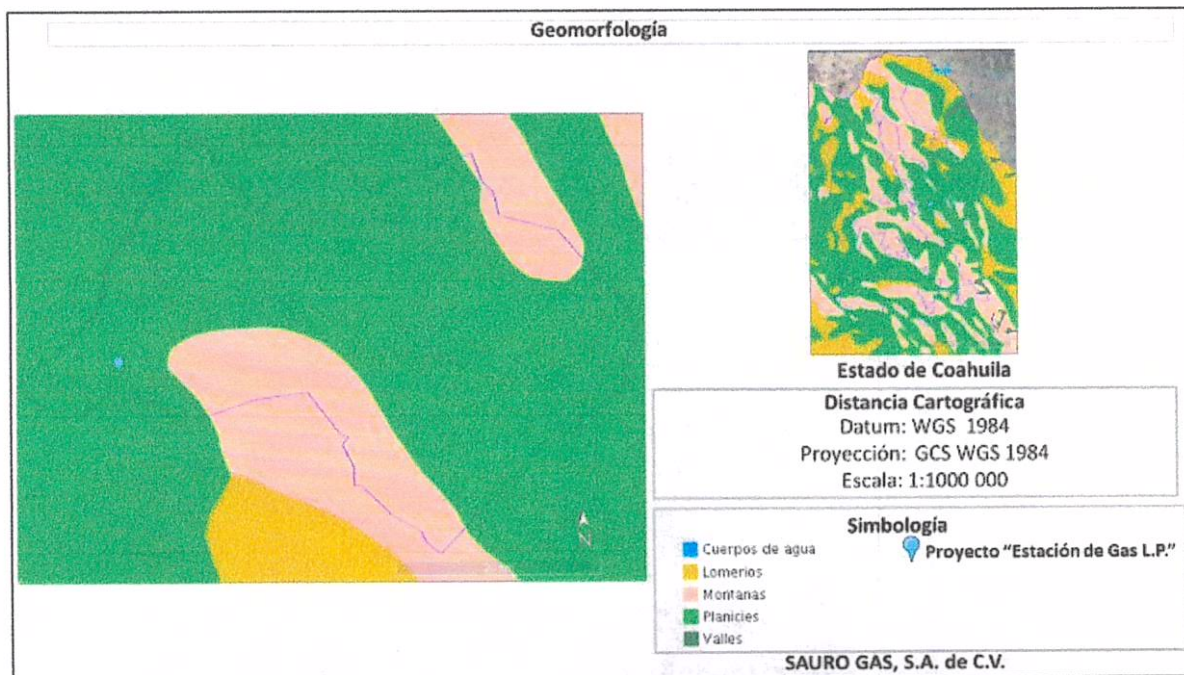


Figura 6. Geomorfología del municipio de Monclova.

Suelos

En Coahuila casi el 90% de los suelos están clasificados como Litosoles, Xerosoles, Regosoles, Yermosol y Rendzinas, los cuales son originarios de rocas sedimentarias, generalmente estos suelos están presentes en las Zonas Áridas, el resto de los suelos se clasifican como: Solonchak, Vertisol, Castañozem, Fluvisol, Feozem, Chernozem, Luvisol, Solonetz y Gleysol (FAO-UNESCO, 2007).

Tabla 12. Unidades de suelo.

Unidad de Suelo	Superficie (ha)	Porcentaje
N/A	66653.41	0.44
Castañozem	149515.05	0.99
Chernozem	32746.98	0.22
Feozem	91110.48	0.60
Fluvisol	99720.06	0.66
Gleysol	270.66	0.00
Litosol	5064747.49	33.62
Luvisol	12841.34	0.09
Regosol	1626036.13	10.79
Rendzina	1186557.43	7.88
Solonchak	564862.77	3.75
Solonetz	12225.64	0.08
Vertisol	559990.04	3.72
Xerosol	4392709.40	29.16
Yermosol	1205644.63	8.00
Total	15065631.5	100

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2011. Suelos de Coahuila. México.

Específicamente en el municipio de Monclova se pueden distinguir dos tipos de suelo:
Xerosol. - Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

Regosol. - No presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

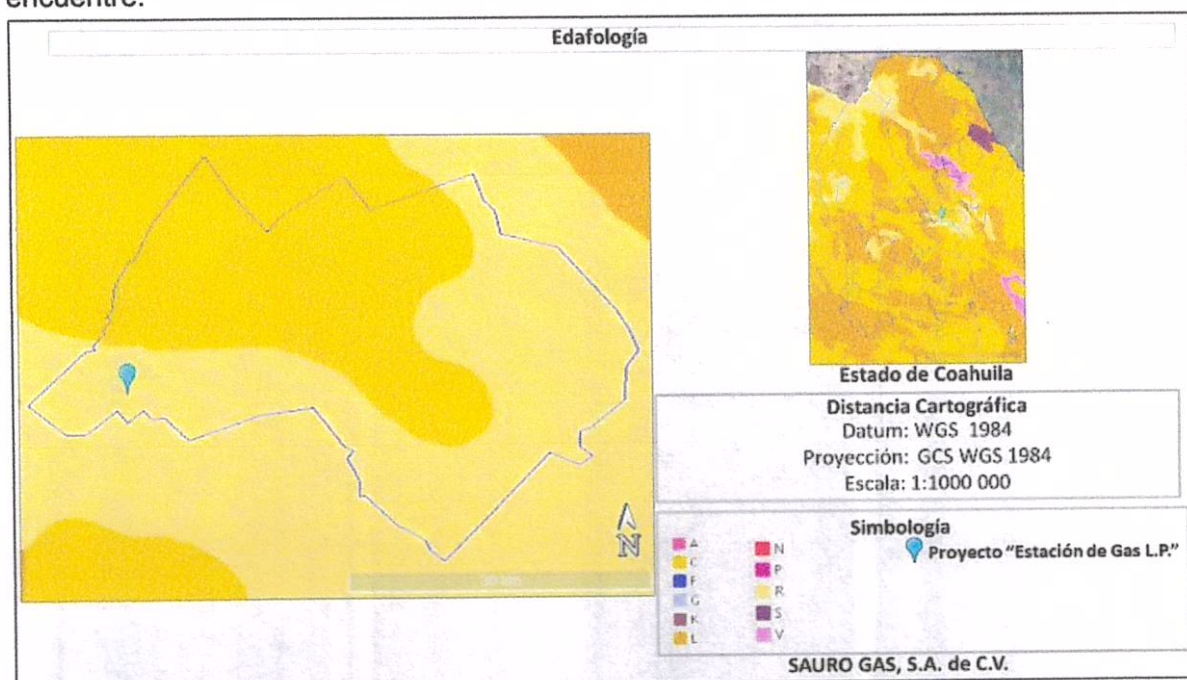


Figura 7. Edafología del municipio de Monclova.

Como se aprecia en la figura 7., el sitio de interés para la realización del proyecto recae en un suelo del tipo Regosol, este tipo de suelo en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola aunado a esto se tiene documentado que este sitio ya se encuentra considerado en un área urbanizada.

Hidrología superficial y subterránea

La hidrología superficial de Coahuila está definida principalmente por cauces intermitentes y efímeros, teniendo muy pocos cauces perennes como el Río Bravo, Río Sabinas, entre otros. Esto se debe primordialmente a los patrones climáticos que prevalecen en él y a los escasos manantiales con un gasto suficiente para mantener un caudal perenne. Los patrones de drenaje que definen las cuencas hidrológicas son principalmente dendrítico y paralelo (SEMA, 2016).

Tabla 13. Principales corrientes y cuerpos de agua.

Corrientes de agua		Cuerpos de agua
Nombre		Nombre
Río Bravo	El Caballo	Presa Internacional la Amistad
Los Álamos	La Zorra	Presa Venustiano Carranza (Don Martín)
Nazas	Santa Cruz	Presa el Entronque
Aguanaval	El Aura	Presa el Tulillo (Hipólito)
Patos	Las Cabras	Presa el Centenario
Monclova	La Leona	Presa San Miguel
Río Salado	El Mulato	Presa Alto de Norias
Santa Elena	El Pino	Presa la Fragua
San Antonio	Río Escondido	Presa Noche Buena
San Diego	Pájaros Azules	Lago la Leche
San Rodrigo	Candela	Lago el Rey
La Canasta	La Boquilla	Lago el Coyote
El Amole	Las Vegas	
El Mimbres	Arroyo Salado	
Palma Gorda	Las Auras	

Fuente: Anuario estadístico del estado de Coahuila de Zaragoza, 2016.

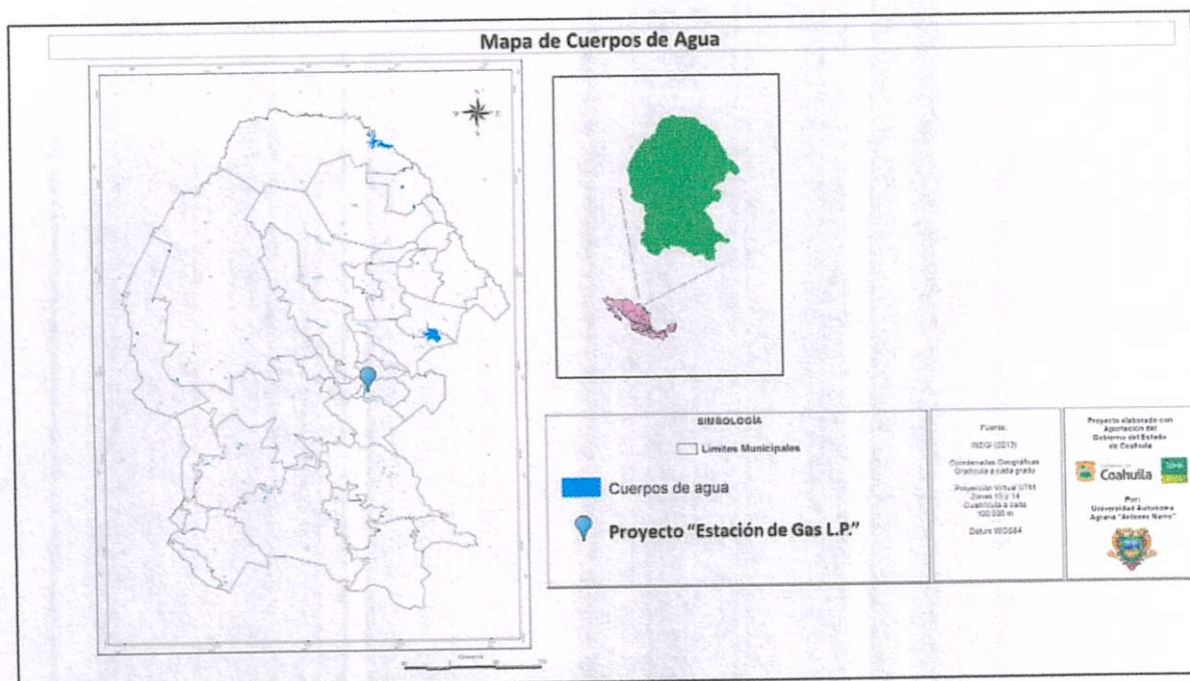


Figura 8. Mapa de Cuerpos de agua.

En caso particular del municipio de Monclova, nace en el sur el Río Monclova para entrar al municipio Castaños por el lado norte, el río atraviesa el municipio de Monclova de suroeste a noroeste, ingresando a Abasolo por el sur. Es importante mencionar que este es el único cuerpo de agua de relevancia natural en el municipio.

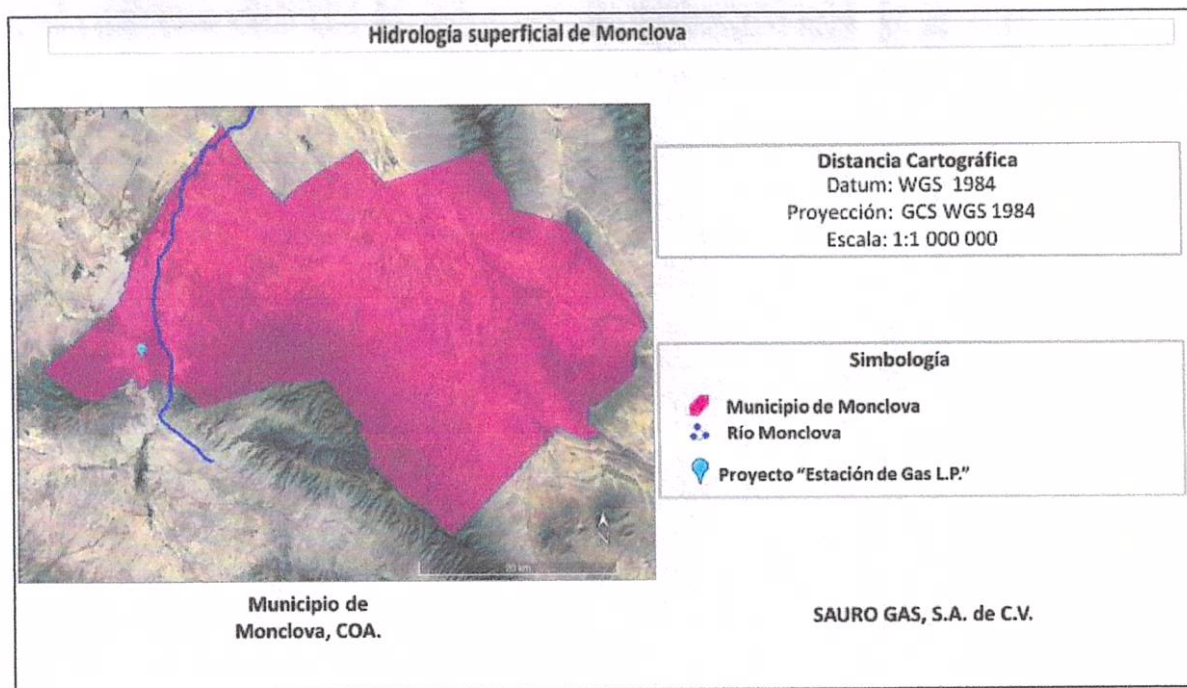


Figura 9. Hidrología superficial de Monclova.

Como se aprecia en la figura 9., el cuerpo de agua más cercano al sitio de interés del proyecto es el Río Monclova, este se localiza a 2.6 km de distancia, lo que no representa un impacto en la realización de este proyecto, debido a la naturaleza del mismo.

En Coahuila la hidrología subterránea se da por el uso de acuíferos que están en roca y son del tipo "medio fracturado", lo que significa que se forman por los almacenamientos del agua que se infiltra por las fracturas o fallas geológicas, así mismo, estos son compuestos o granulares (Gobierno del Estado de Coahuila, 2012). El 100 % del agua de uso doméstico y 75 % del uso público urbano, provienen de la explotación de acuíferos (CONAGUA, 2015).

En la entidad existen 29 acuíferos, mismos que se definieron con un sentido administrativo, para establecer un control de acuerdo a la entidad federativa en la que se encuentran; cuatro acuíferos son compartidos con estados vecinos el acuífero Principal - Región Lagunera que incluye al estado de Durango; Oriente - Aguanaval que comprende los estados de Zacatecas y Durango y los acuíferos Paredón y Castaños que se extienden a Nuevo León (CONAGUA, 2015).

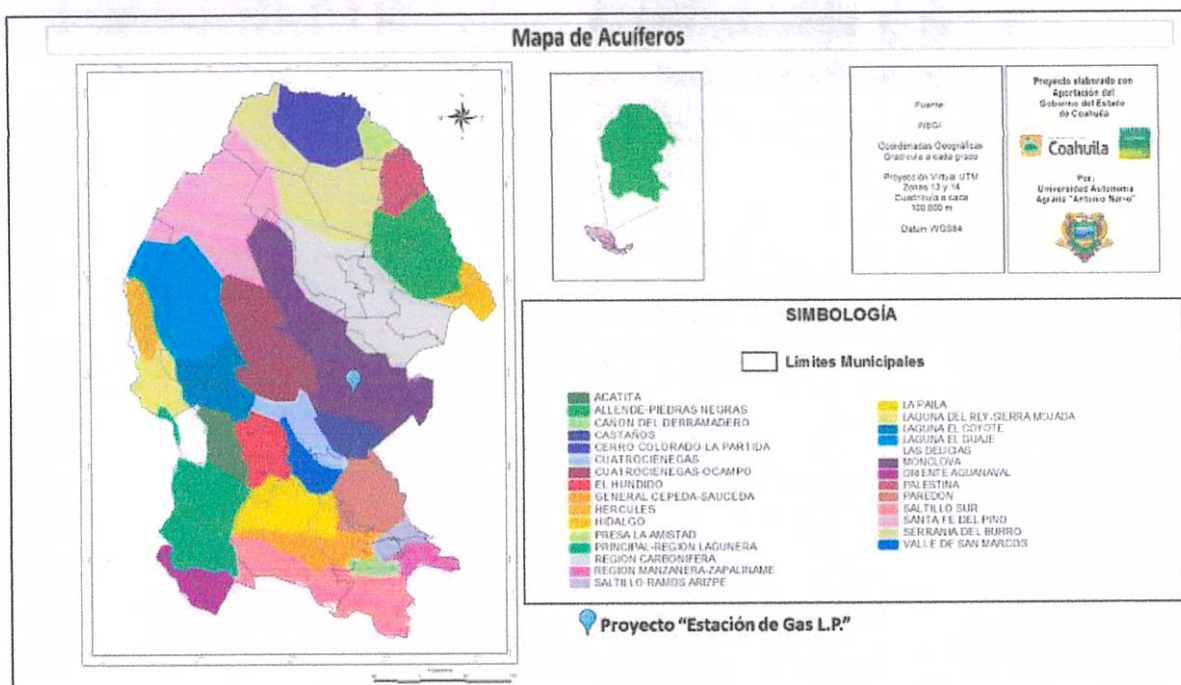


Figura 10. Mapa de Acuíferos.

Tabla 14. Acuíferos.

Nombre	Superficie (ha)	Superficie %
Acatita	243854.23	1.61
Allende-Piedras Negras	737457.51	4.87
Cañón Del Derramadero	98306.33	0.65
Castaños	229889.32	1.52
Cerro Colorado-La Partida	613217.95	4.05
Cuatrocíenegas	314311.93	2.08
Cuatro ciénegas-Ocampo	795877.48	5.26
El Hundido	339350.58	2.24
General Cepeda-Sauceda	353519.78	2.33
Hércules	191035.22	1.26
Hidalgo	178770.02	1.18
La Paila	534459.48	3.53
Laguna Del Rey-Sierra Mojada	289688.21	1.91
Laguna El Coyote	465895.61	3.08
Laguna El Guaje	951057.08	6.28
Las Delicias	167668.73	1.11
Monclova	1494340.23	9.87
Oriente Aguanaval	236352.55	1.56
Palestina	282219.54	1.86
Paredón	516065.59	3.41
Presa La Amistad	119264.19	0.79
Principal-Región Lagunera	849587.71	5.61
Región Carbonífera	1373733.80	9.07
Región Manzanera-Zapalinamé	151086.16	1.00
Saltillo-Ramos Arizpe	138320.15	0.91
Saltillo Sur	824754.63	5.45
Santa Fe Del Pino	1271493.34	8.40
Serranía Del Burro	1172119.33	7.74
Valle De San Marcos	206644.42	1.36

Fuente: CEAS-CONAGUA.2012.

El proyecto pretende ubicarse en la superficie correspondiente al Acuífero Monclova, se localiza en la parte centro-oriental del Estado de Coahuila. Se encuentra dentro de la zona Geo hidrológica Monclova, la cual cubre una superficie aproximada de 14,121 km² que comprende el Valle de Monclova y las sierras que lo rodean. El Acuífero Monclova cuenta con una superficie aproximada de 3,204 km² abarcando sólo el Valle de Monclova. La zona Geohidrológica Monclova engloba al Acuífero Monclova que se encuentra en depósitos que rellenan el valle y a los acuíferos calizos de las Formaciones Aurora y Cupido.

Aspectos bióticos

Vegetación

Los tipos de vegetación dominantes en el estado son los Matorrales Desérticos Rosetófilo y Micrófilo, los cuales comprenden el 75 % de la superficie total, los pastizales comprenden el 8 %, otros tipos de vegetación el 5 % al igual que los bosques, en el caso del uso del suelo la agricultura comprende el 5 % y los asentamientos humanos el 0.05 % (INEGI, 2015).

Tabla 15. Principales especies vegetales por tipo de vegetación.

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
Pastizal	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Zacate banderilla	Forraje
	<i>Aristida sp</i>	Zacate tres barbas	Forraje
	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Madera
	<i>Hilaria mutica</i>	Toboso	Forraje
	<i>Muhlenbergia sp</i>	Zacate liendrilla	Forraje
Bosque	<i>Pinus cembroides</i>	Piñonero	Madera
	<i>Pinus spp</i>	Pino	Madera
	<i>Quercus spp</i>	Encino	Madera
	<i>Rhus sp</i>	ND	Madera
	<i>Juniperus monosperma</i>	Cedro	Madera
Matorral	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	Medicina
	<i>Opuntia spp</i>	Nopal	Forraje
	<i>Dasyllirion sp</i>	Sotol	Artesanía
	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Madera
	<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo	Forraje
Mezquita	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Madera
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Madera
Chaparral	<i>Dasyllirion sp</i>	Sotol	Artesanía
	<i>Quercus spp</i>	Encino	Madera
	<i>Rhus sp</i>	ND	Madera
Agricultura	<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	Fibras
	<i>Zea mays</i>	Maíz	Comestible
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Comestible
	<i>Triticum vulgare</i>	Trigo	Comestible
	<i>Hordeum sativum</i>	Cebada	Forraje
Otro	<i>Capsicum spp</i>	Chile	Comestible
	<i>Prosopis spp</i>	Mezquite	Madera
	<i>Atriplex sp</i>	Chamizo	Forraje

Fuente: Anuario estadístico del estado de Coahuila de Zaragoza, 2016

Específicamente en el municipio de Monclova la vegetación tiene poca importancia económica forestal, no obstante, su estado de conservación en las inmediaciones es muy bueno, comparado con el resto del país, lo que hace atractivo como un elemento visual del paisaje urbano, de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de Monclova, Frontera y Castaños, Coahuila México.

Fauna

La fauna presente en las zonas de matorrales consiste en: Tlalcoyote, gato montés, zorra del desierto, rata canguro, cachorrito de Cuatro Ciénegas, lagarto-escorpión de Lugo y perrito de las praderas. En los pastizales puede encontrarse: borrego cimarrón, ciervo rojo, puma y armadillo. Más familiar nos resulta la fauna presente en el bosque: murciélago, oso negro, musaraña y zorrillo. En los ríos: mojarra y nutria. Animales en peligro de extinción: berrendo, bisonte americano, topo, carpa, puerco espín, codorniz y coyote. (CONABIO, 2008).

En el caso específico del área del proyecto (AP), no se identificó, ninguna especie que se encuentre referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 "Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo" debido a que el predio en donde se ubicará el proyecto ya se encuentra pavimentado y recae en una zona urbana dentro de la Ciudad de Monclova por lo tanto no se encuentra en peligro ninguna especie para llevar a cabo las obras propias del proyecto.

Medio socioeconómico

La población económicamente activa (PEA) comprende todas las personas de uno u otro sexo, ocupadas y desocupadas, que conforman la fuerza de trabajo disponible para la producción de bienes materiales y de servicios en un periodo determinado. El límite mínimo de edad para considerar a la población económicamente activa es de 12 años.

La población económicamente activa en el estado para 2015, de acuerdo con el anuario estadístico para el año 2016, fue de 1,324,613 de enero a marzo y de 1,311,393 de abril a junio, de las cuales la población ocupada fue de 1,264,956 para el primer periodo y 1,258,370 para el segundo, la diferencia es la población desocupada, con una tasa de participación de 60.8 y 60.9 respectivamente.

Para la Zona Metropolitana, en el año 2010 la PEA fue más representativa teniendo así un 52.04% respecto al 47.52% de la Población Económicamente Inactiva, contando tan sólo con el 0.43% de población que no especificó su condición laboral.

El sector terciario aparece con 50.39% mientras que el secundario presenta un decremento respecto al periodo anterior con 44.99%. Cabe mencionar que el cambio de actividades hacia los sectores de servicio se ha ido incrementando de manera considerable.

Demografía

El análisis de la estructura y dinámica de la población es de suma importancia para poder entender y conocer la conformación demográfica existente en un territorio determinado; por ende, es uno de los principales elementos que permiten definir e implementar políticas orientadas a su desarrollo social, económico y territorial.

Acorde al Censo de Población y Vivienda 2015, Coahuila tiene una población total de 2 954 915 habitantes, donde, 1 492 303 son mujeres y 1 462 612 son hombres, lo que representan de la población total el 50.5% y 49.5% respectivamente. Esta relación porcentual prácticamente se ha mantenido en las últimas cuatro décadas (INEGI, 2016).

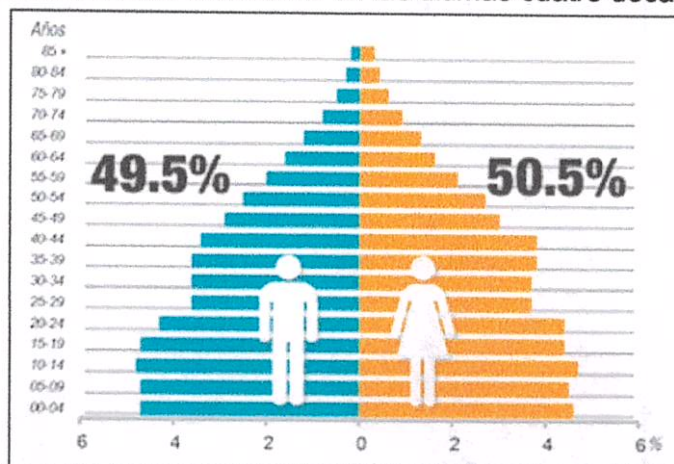


Figura 11. Habitantes por edad y sexo.

Los siete municipios más poblados en Coahuila abarcan el 75.7% de la población del estado, siendo estos: Saltillo, Torreón, Monclova, Piedras Negras, Acuña, Matamoros y San Pedro. Mientras que, los municipios de Ramos Arizpe, Frontera, Múzquiz, Sabinas y Francisco I. Madero, con habitantes entre 56 y 76 mil ocupan el 12.1% de la población del estado (EE, 2016). Cabe destacar, que el Estado de Coahuila de Zaragoza concentra el 90.7 % de la población urbana y sólo cuenta con el 9.3 % de población rural.

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de Monclova, Frontera y Castaños, Coahuila México, El crecimiento natural de la población se produce por una parte debido a la entrada de nueva población a la ya existente (es decir los nacimientos), a la cual habrá que restar la salida de población, (es decir los fallecimientos). La población crece actualmente porque existen más nacimientos que defunciones. Dicha tasa expresa el número de nacimientos menos el número de defunciones por cada mil habitantes en un año determinado, por lo que a continuación se presentan la tasa bruta de natalidad que indica el número de nacidos vivos por mil habitantes.



Tabla 16. Población total por municipio según sexo.

2015			
Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Abasolo	1 015	511	504
Acuña	147 809	73 560	74 249
Allende	22 654	11 203	11 451
Arteaga	23 271	11 726	11 545
Candela	1 720	903	817
Castaños	28 068	13 903	14 165
Cuatro Ciénegas	13 546	6 793	6 753
Escobedo	3 077	1 557	1 520
Francisco I. Madero	58 360	28 863	29 497
Frontera	80 991	40 477	40 514
General Cepeda	12 471	6 439	6 032
Guerrero	1 697	891	806
Hidalgo	1 565	813	752
Jiménez	10 243	5 154	5 089
Juárez	1 574	822	752
Lamadrid	1 773	905	868
Matamoros	108 950	54 141	54 809
Monclova	231 107	113 720	117 387
Morelos	8 599	4 379	4 220
Múzquiz	69 102	34 921	34 181
Nadadores	6 614	3 286	3 328
Nava	30 698	15 613	15 085
Ocampo	11 671	6 040	5 631
Parras	44 799	22 797	22 002
Piedras Negras	163 595	81 575	82 020
Progreso	3 304	1 714	1 590
Ramos Arizpe	92 828	47 275	45 553
Sabinas	63 522	31 856	31 666
Sacramento	2 360	1 178	1 182
Saltillo	807 537	400 370	407 167
San Buenaventura	23 587	11 683	11 904
San Juan de Sabinas	43 232	21 026	22 206
San Pedro	106 142	52 285	53 857
Sierra Mojada	6 988	3 584	3 404
Torreón	679 288	329 932	349 356
Viesca	21 549	10 903	10 646
Villa Unión	6 352	3 253	3 099
Zaragoza	13 257	6 561	6 696
Estado	2 954 915	1 462 612	1 492 303

Fuente: INEGI. 2016. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila de Zaragoza.

Asentamientos humanos

Con respecto a las construcciones localizadas, se tomaron como base las más cercanas al sitio donde pretende establecerse el proyecto en un radio de 500 m.

En la Figura 12. se aprecia que este sitio se encuentra prácticamente inmersa en terrenos destinados a la actividad comercial, aunque también se aprecian áreas destinadas a la agricultura y al uso habitacional.

De los establecimientos que se encuentran dentro de un radio de 500m, se aprecian los siguientes datos:

- Fábrica de Hielo Antargu con un estimado de 30 y 50 personas, dedicados a la elaboración de hielo.
- Servi Industrias y Construcciones RAGO con aproximadamente 81 y 100 personas, dedicados a la edificación de naves y plantas industriales.
- Tecno Elastomeros con aproximadamente entre 31 y 50 personas, lugar donde llevan a cabo la fabricación de productos de hule.
- Compañía Industrial de Monclova con un estimado de entre 11 y 30 personas, lugar donde llevan a cabo la fabricación de componentes eléctricos.
- Pailería soldadura y construcción con aproximadamente entre 11 y 30 personas, instalaciones dedicadas al maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general.
- Tecnología y Servicios aplicados para la industria con un estimado de entre 21 y 30 personas, donde se fabrican productos metálicos.

Lo anterior de acuerdo a la base de datos del INEGI.



Figura 12. Radio de 500 m.

Sismicidad

El territorio nacional está clasificado en 4 zonas según su nivel de aceleración sísmica, a esta clasificación se le conoce como Regionalización Sísmica (CFE, 2015). De acuerdo a la Figura 13., el municipio de Monclova se ubica dentro de la zona A, donde no se tienen registros históricos de sismos.

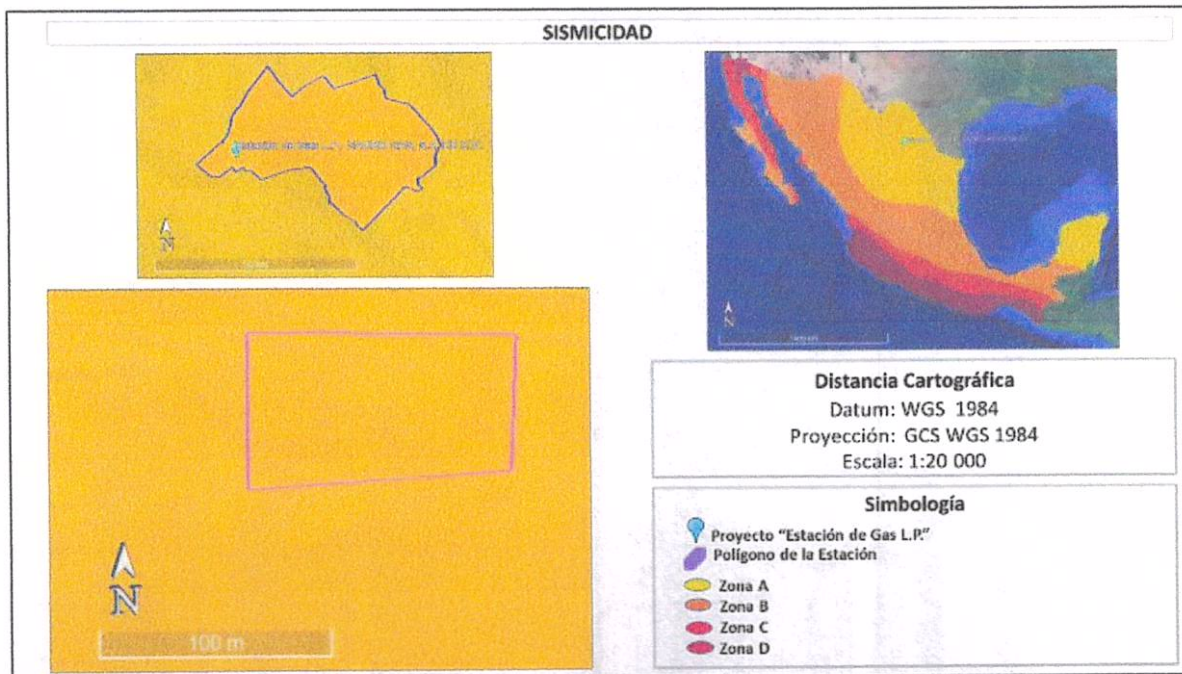


Figura 13. Sismicidad.

Tabla 17. Zonas y frecuencia sísmica.

ZONAS	FRECUENCIA SISMICA
A	Zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años.
B	Zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones
C	
D	Zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente

Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2017.

ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

Se emplea la Lista de verificación como metodología para la identificación preliminar de los peligros y amenazas, reconociendo las sustancias peligrosas, condiciones y posibles peligros, así como sus salvaguardas, medidas de seguridad y protección.

Condición a evaluar	Sí	No	NA	Observaciones
Cuenta con una memoria técnico descriptiva	X			Cuenta con memorias descriptivas del Proyecto Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra incendios.
Contar con un libro bitácora en el que se hará constar el mantenimiento, supervisión e inspecciones que se hagan a las instalaciones, equipos y accesorios.		X		Se llevará a cabo el registro de los mantenimientos, supervisiones e inspectores que se realicen en las instalaciones.
Dar aviso de inicio de operaciones adjuntando el dictamen correspondiente.				Cuando el proyecto esté dentro del marco regulatorio en materia de impacto ambiental y de riesgo, así como haya obtenido el título del permiso correspondiente y una vez realizada a construcción, se presentará el aviso respecto al inicio de operaciones con los anexos correspondientes.
Cuenta con un acceso consolidado que permite el tránsito seguro de vehículos	X			Se prevén dos accesos para la entrada y salida de los vehículos automotores y personal de la estación. estos accesos se localizarán en los linderos norponiente y poniente. los accesos libres permitirán el tránsito seguro de los vehículos y la salida de emergencia será en uno de los accesos libres, el acceso localizado al norponiente.
Asegurar que no existan líneas eléctricas de alta tensión que crucen la estación, ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la estación.	X			No existen líneas de conducción eléctrica de alta tensión que atraviesen el predio destinado a la Estación, así como ductos de



Condición a evaluar	Sí	No	NA	Observaciones
				conducción de hidrocarburos ajenos a proyecto.
Entre la tangente de los recipientes de almacenamiento de una estación comercial y los centros hospitalarios y lugares de reunión debe de haber como mínimo una distancia de 30.00 m	X			De acuerdo con la vista satelital en la Figura 17., se asegura que no hay lugares de reunión en un radio de 500 m.
Contar con carriles de aceleración y desaceleración o cumplir con la normatividad aplicable en la materia.			X	Debido a que la Estación pretende ubicarse en una zona urbana-industrial, no se requiere de carriles de aceleración y desaceleración.
El área donde se pretende ubicar la Estación cuenta con pendientes y sistemas de desalojo para evitar las inundaciones.	X			El predio cuenta con pendientes naturales mínimas necesarias para el desalojo de las aguas pluviales al exterior, y de esta manera evitar inundaciones en el interior del predio.
Las zonas de circulación y estacionamiento tienen como mínimo una terminación superficial consolidada y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas.	X			El área de circulación de los vehículos en el interior de la estación estará firme y consolidada, además tendrá la nivelación superficial necesaria y amplitud suficiente que permitirá el tránsito seguro de los vehículos que entrarán para el suministro de combustible, de acuerdo con el Plano civil y planométrico.
Las edificaciones en el interior de la Estación utilizan materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.	X			Las edificaciones estarán construidas con materiales incombustibles. (tabique, varilla, concreto y estructuras metálicas).
La parte donde el límite de una estación comercial colinde con construcciones, debe estar delimitada por bardas o muros ciegos de material incombustible con altura mínima de 3,00 m sobre el nivel de piso terminado.	X			Se consideran paredes de block de concreto con un mínimo de altura de 5.40 m.
El área de almacenamiento debe estar protegida perimetralmente por lo menos con malla ciclón o de material no combustible y tener una altura mínima de 1.30 m al nivel de piso terminado.				El área de almacenamiento se protegerá con muretes de concreto armado de 0.60 m. de



Condición a evaluar	Sí	No	NA	Observaciones
				altura, y se instalará en todo el perímetro malla ciclón de 2.00 m de altura con 2 puertas de acceso. El área de suministro estará protegida contra impacto vehicular con tubos en "u" de 101.6 mm (4 pulg.) de diámetro. esta área contara con un techo protector para cubrir los 3 despachadores.
Las bases de sustentación del recipiente de almacenamiento se diseñaron de conformidad con un estudio de mecánica de suelos	X			Se considera en la memoria descriptiva del Proyecto civil el análisis y diseño estructural de las bases de sustentación del recipiente de almacenamiento, aunado a esto se realizó el estudio de mecánica de suelos, se consideró un valor de 5 ton/m ² para el cálculo estructural de las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento y densidad del fluido de 0.6 kg/l, según se establece en los numerales 7.3.1.6 y 7.3.1.7 de la NOM-003-SEDEG-2004, Estaciones de Gas L.P. para carburación, diseño y construcción.
Los recipientes deben contar por lo menos con válvulas de relevo de presión, de máximo llenado e indicador de nivel. Estos accesorios deben estar de acuerdo a la norma de fabricación del recipiente.	X			El recipiente de almacenamiento cuenta con válvulas de relevo e indicadores de nivel, y cumplirá con los requisitos establecidos en la NOM-009-SESH-2011.

ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES

Para el análisis de riesgos se debe considerar el análisis histórico de incidentes y accidentes de mayor magnitud y frecuencia con la finalidad de establecer escenarios fidedignos y coherentes.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia involucrada	Causas	Consecuencias	Acciones realizadas para su atención
1	1984	San Juan de Ixhuatepec, México.	Planta de almacenamiento	Gas L.P.	El origen de la catástrofe fue la ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba Gas LP desde tres refinерías diferentes, provocó una fuga de gas durante casi diez minutos.	La fuga propició la formación de una gran nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros, la misma que entró en ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, donde se puso en contacto con algún punto de ignición. Esta hizo que se generara un incendio de grandes proporciones que afectaría en primer momento a diez viviendas que rodeaban a la planta. Para las 5:45 a.m., una pequeña esfera se incendió, generando una bola de fuego (BLEVE) de unos 300 metros de diámetro y 500 metros de altura aproximadamente, a la que seguirían múltiples explosiones en cadena generadas por otras cuatro esferas y quince cilindros, durante alrededor de hora y media.	Los cuerpos de emergencia comenzaron su arribo a las 6:15 am. Los cuerpos de emergencia apenas podían controlar parte de las llamas. Hubo temores de que plantas cercanas al siniestro pudiesen estallar, por lo que a las 6:20 arribaron los primeros elementos del Ejército Mexicano para acordonar la zona.



No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia involucrada	Causas	Consecuencias	Acciones realizadas para su atención
2	2012	Tamaulipas, México.	Planta de almacenamiento	Gas L.P.	ND	Al menos 26 personas han muerto en la explosión y posterior incendio de una planta de gas de la empresa estatal Petróleos Mexicanos (Pemex) en el Estado mexicano de Tamaulipas, al noreste del país.	Notificar a los cuerpos de emergencia para atender la emergencia. Posterior a esto La compañía estatal investigó lo sucedido.
3	2016	Veracruz, México	Planta de almacenamiento	Gas L.P.	ND	Una fuerte explosión registrada en las instalaciones de la petrolera estatal mexicana Pemex en el puerto de Coatzacoalcos, en el sureño estado de Veracruz, dejó por el momento 24 muertos y 136 heridos, 13 de ellos de gravedad.	Notificar a los cuerpos de emergencia para atender la emergencia y evacuar las instalaciones y zonas aledañas.
4	2019	Veracruz, México.	Planta de Almacenamiento	Gas L.P.	ND	Se registró una explosión en el área de andén en la Planta de Gas de la empresa Atlántico, que dejó como saldo el fallecimiento de una persona.	Se activaron de inmediato los protocolos de seguridad y de evacuación.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

¿Qué pasa si...? (What if...?)

Considerando que no se ven involucradas reacciones químicas (exotérmicas o endotérmicas), se decidió emplear la metodología denominada ¿Que pasa sí...? (What if...?), para identificar los Riesgos de la Estación, sus posibles consecuencias y las medidas de seguridad y prevención encaminadas a garantizar la integridad del medio ambiente, la población más cercana y sus bienes.

El principio de dicha metodología radica en una lluvia de ideas en la cual un grupo de personas experimentadas familiarizadas con el proceso, formulan una serie de preguntas o expresan preocupaciones sobre posibles eventos no deseados. Se usa frecuentemente en la industria en casi cualquier etapa de su proceso y tiene buena reputación entre los que tienen destreza para su uso.

Al aplicar esta metodología, se deben considerar los criterios antes descritos. Deben anexarse preguntas relacionadas con cualquier preocupación acerca de la seguridad del proceso, que el grupo considere pertinentes. El resultado debe ser una lista en forma de tabla de las situaciones peligrosas, sus consecuencias, salvaguardas y opciones posibles para la prevención y/o mitigación de consecuencias.

Para la elaboración de la Matriz de riesgo de la metodología descrita, se debe de considerar las siguientes Tablas:

- Tabla de consecuencias.
- Tabla de probabilidades.

Tabla 18. Tabla de consecuencias.

Clasificación de consecuencia	Receptores de Riesgo			
	Personas	Población	Medio ambiente	Instalación
C4	Una o más fatalidades.	Lesiones o fatalidades en la comunidad.	Impacto significativo al ambiente	Perdida de la instalación
C3	Accidentes incapacitantes u hospitalización.	Respuesta a emergencia sin lesionados.	Sin impacto significativo en el ambiente	Daño permanente en sección localizada en la instalación
C2	Un accidente incapacitante.	Respuesta a emergencia sin lesionados.	Sin impacto significativo en el ambiente	Sin daño a la instalación de manera permanente
C1	Un lesionado.	Respuesta a emergencia sin lesionados.	Sin impacto significativo en el ambiente	Sin daño a la instalación

*Tabla 19. Tabla de probabilidades.*

Clasificación de la probabilidad	Frecuencia en año
L4	Uno en diez años.
L3	Uno en cien años.
L2	Uno en mil años.
L1	Menos de uno en mil años.

Tabla 20. Matriz de nivel de riesgo.

PROBABILIDAD	L4	C	B	A	A
	L3	C	B	B	A
	L2	D	C	B	B
	L1	D	D	C	C
		C1	C2	C3	C4
CONSECUENCIAS					

Donde el nivel de riesgo se describe a continuación:

Nivel de Riesgo	Descripción cualitativa de Riesgo
A	Riesgo no tolerable: requiere reducción del riesgo.
B	Riesgo importante: requiere reducción del riesgo o una estimación de riesgo más rigurosa.
C	Riesgo moderado: considera la necesidad de reducción del riesgo.
D	Riesgo tolerable: no requiere reducción de riesgo.

Como base en la información que se ha presentado en la sección anterior, las categorías de frecuencia, las de consecuencia, así como su correspondiente a la siguiente matriz de riesgo que se utilizará, con la Metodología ¿Qué pasa sí?, para realizar los análisis de riesgos se presentan a continuación:



No.	¿Qué pasa si...?	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación	Magnitud de Riesgo		
					C	P	NR
1	Existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías a la entrada de la bomba	Sucedría una vaporización continua por largo tiempo durante el cual, la bomba de lleva de vapor	Mantenimiento preventivo y correctivo	Instalar una válvula de retención cerca de la bomba, cuando la tubería de descarga es larga	C1	L1	D
2	No se conecta adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción	Al existir una fuga se formaría una nube tóxica	Procedimiento de descarga del combustible Válvula de cierre rápido Capacitación del personal	Supervisión en la conexión Colocar un pull-away	C2	L3	B
3	No se conecta adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción	Al existir una fuga se formaría una nube inflamable.	Procedimiento de descarga del combustible Válvula de cierre rápido Capacitación del personal	Supervisión en la conexión Colocar un pull-away	C2	L3	B
4	No se conecta adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción	Al existir una fuga se formaría una atmósfera explosiva, por una nube de vapor.	Procedimiento de descarga del combustible Válvula de cierre rápido Capacitación del personal	Supervisión en la conexión Colocar un pull-away	C2	L3	B
5	En la operación se sobre presionará la tubería de Gas líquido en la descarga	Se abriría la válvula de relevo hidrostático, posible fuga y flamazo.	Procedimiento de operación y mantenimiento	Supervisión en la operación	C1	L2	C
6	Existiera una fuga en la descarga del combustible	Al existir una fuga de manera continua, se formaría una nube inflamable y al entrar con contacto con una fuente de ignición, generaría un dardo de fuego.	Mantenimiento preventivo y correctivo Capacitación del personal	Colocar un pull-away Supervisión en la operación	C2	L3	B
7	La bomba no gira	Daño por sobrecalentamiento del motor	Revisión de diseño y operación	Mantenimiento preventivo y correctivo	C2	L1	D

No.	¿Qué pasa si...?	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación	Magnitud de Riesgo		
					C	P	NR
8	Existiera una falla en la válvula de descarga, se generará una fuga constante de Gas y esta estuviera en contacto con una fuente de ignición	Fuga de combustible constante, al incendiarse podría aumentar la temperatura del recipiente que contiene el Gas y eventualmente produciría una BLEVE.	Aspersores de agua para enfriar el tanque	Supervisión de la operación y descarga Revisión periódica de las condiciones del tanque	C4	L2	B

Tomando en cuenta los principales riesgos identificados de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa si...?, se consideraron los eventos más relevantes y que se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 21. Nivel de Riesgo derivado de la metodología.

No.	Nivel de Riesgo	Descripción cualitativa
1 y 7	D	Riesgo tolerable: no requiere reducción de riesgo.
5	C	Riesgo importante: considera la necesidad de reducción del riesgo.
2, 3, 4, 6 y 8	B	Riesgo moderado: requiere reducción del riesgo o una estimación de riesgo más rigurosa.
----	A	Riesgo no tolerable: requiere reducción del riesgo inmediato

Es importante señalar que para los casos 2, 3, 4, 6 y 8 en donde se clasificaron como riesgos moderados, es debido a la posible generación de un incendio tipo charco y las posibles afectaciones que sufrirían, en su caso, el trabajador y/o el usuario; sin considerar tiempos de fuga, cantidad de combustible derramado y las medidas de seguridad y prevención con las que contará la Estación.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Previo a la cuantificación mediante modelos matemáticos es importante destacar lo siguiente:

La formulación de los escenarios de riesgo está soportada por los resultados obtenidos en el Análisis de riesgo presentado en este estudio, es decir se realizarán las hipótesis considerando condiciones reales.

Los criterios de inflamabilidad que se utilizarán son los considerados en el modelo matemático de simulación ALOHA (5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2 , para determinar las zonas de riesgo y de amortiguamiento, respectivamente), los cuales coinciden con los establecidos por la SEMARNAT.

Método matemático

El análisis se efectuó con el uso del software libre de la EPA "ALOHA", este sirve para modelar los efectos físicos posibles a partir de la liberación de una sustancia peligrosa. ALOHA (Areal Location of Hazardous Atmospheres) es un programa de computadora diseñado especialmente para dar respuesta inmediata ante la liberación de una sustancia peligrosa. Es funcional para la planeación de respuesta ante un evento extraordinario de algún proceso que involucre el manejo de sustancias peligrosas. ALOHA predice concentraciones tóxicas, zonas inflamables dentro de nubes de gas, niveles de radiación térmica provocados por incendios, y niveles de sobrepresión que resultan de una explosión.

Para esta modelación se realizó lo siguiente:

- Se indicó minuciosamente la localización del sitio de liberación. Para ello fue necesario ingresar el nombre de la localidad, coordenadas geográficas y datos de fecha y hora.
- De la base de datos, se seleccionó la sustancia involucrada en el evento extraordinario (En este caso Gas Propano, debido a que es el mayor en la composición del Gas L.P).
- Se introdujeron las características atmosféricas del sitio, tal como la velocidad y dirección del viento, temperatura, nubosidad y humedad relativa.
- Se describió la forma y circunstancias de la liberación.
- Se indica si se trata de un charco, fuente directa, ruptura de un tanque, o bien, una tubería que falla. Se indicaron las características del orificio y qué tipo de escenario es el que se pretende analizar (se consideraron los moderados).

ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS

Escenario 1.

Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a que no se colocó adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, se tiene una velocidad máxima de liberación promedio de 8050 lb/min. Liberándose un total de 214 232 lb. Obteniéndose los siguientes radios de afectación debido a la generación de una nube tóxica. A continuación, se presentan las pantallas de los datos que alimentaron ALOHA.



ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
Location: MONCLOVA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: July 10, 2020 1848 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -46.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.83 meters/second from NW at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 22° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.26 meters Tank Length: 29.9 meters
Tank Volume: 249,572 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 22° C
Chemical Mass in Tank: 105,878 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 3 inches
Opening is 2.77 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 8,050 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 214,232 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 665 yards --- (2100 ppm = IDLH)
Yellow: 1189 yards --- (800 ppm)

Figura 14. Datos ALOHA Escenario 1.

Toxic Level of Concern

Select Toxic Level of Concern:

Red Threat Zone
LOC: IDLH: 2100 ppm

Orange Threat Zone
LOC: [none]

Yellow Threat Zone
LOC: User specified 800

• ppm
• milligrams/cubic meter
• milligrams/liter
• grams/cubic meter

Show wind direction confidence lines:
• only for longest threat zone
• for each threat zone

OK Cancel Help

Figura 15. Selección de las zonas para el Escenario 1.



Se obtiene el diagrama que corresponde a una nube tóxica.

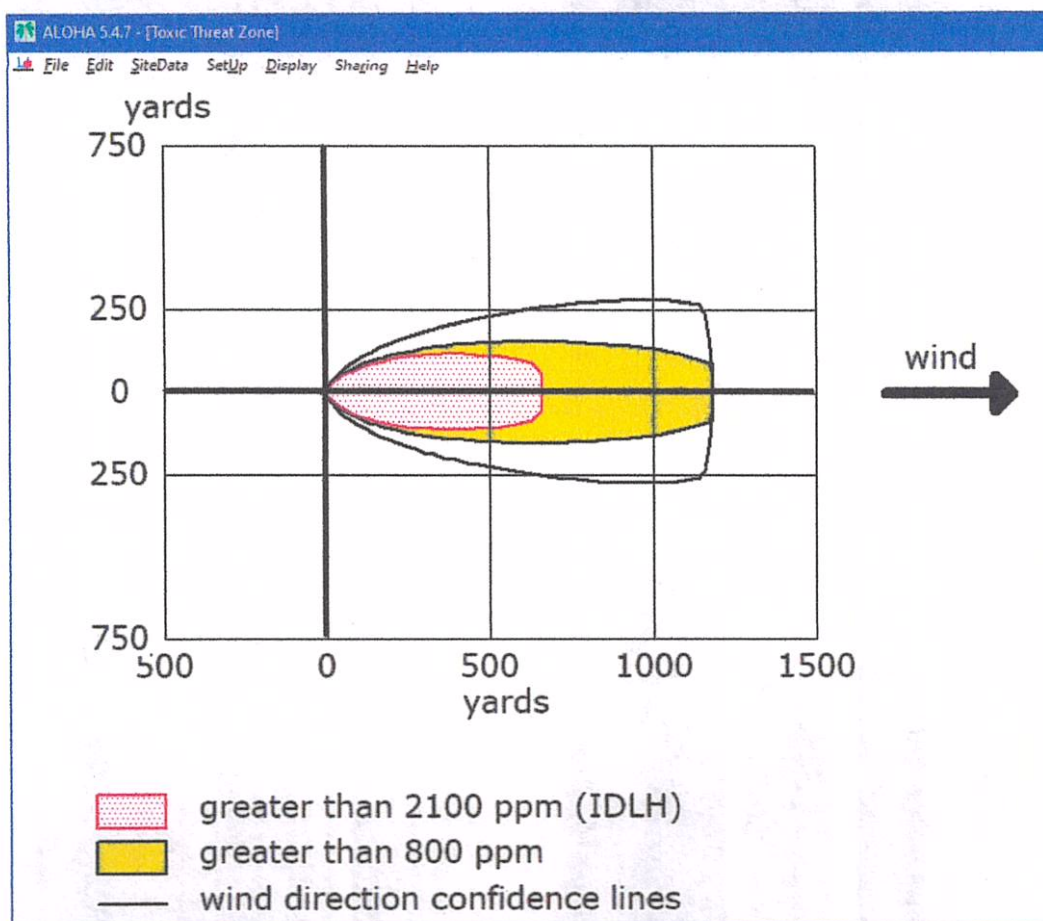


Figura 16. Proyección del Escenario 1.

Tabla 22. Resultados del Escenario 1 para una nube tóxica.

Zonas	Radios de afectación	
	665 yard	608.07m
Zona mortal de 2100ppm (IDLH)		
Zona de lesión de 800ppm	1189 yard	1087.22m

Escenario 2

Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a que no se colocó adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, se tiene una velocidad máxima de liberación promedio de 8050 lb/min. Liberándose un total de 214 232 lb. Obteniéndose los siguientes radios de afectación debido a la generación de una nube inflamable.

Se alimentan los valores antes mencionados en ALOHA.



ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Shading Help

SITE DATA:
Location: MONCLOVA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: July 10, 2020 1848 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -46.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.83 meters/second from NW at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 22° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.26 meters Tank Length: 29.9 meters
Tank Volume: 249,572 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 22° C
Chemical Mass in Tank: 105,878 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 3 inches
Opening is 2.77 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 8,050 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 214,232 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 172 yards --- (21000 ppm = LEL)
Yellow: 665 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Figura 18. Datos ALOHA Escenario 2.

Flammable Level of Concern

Select Flammable Level of Concern:

Red Threat Zone
LOC: 21000 ppm = LEL

Orange Threat Zone
LOC: [none]

Yellow Threat Zone
LOC: 2100 ppm = 10% LEL

Show wind direction confidence lines:
☒ only for longest threat zone
☐ for each threat zone

OK Cancel Help

Figura 17. Selección de las zonas para el Escenario 2.

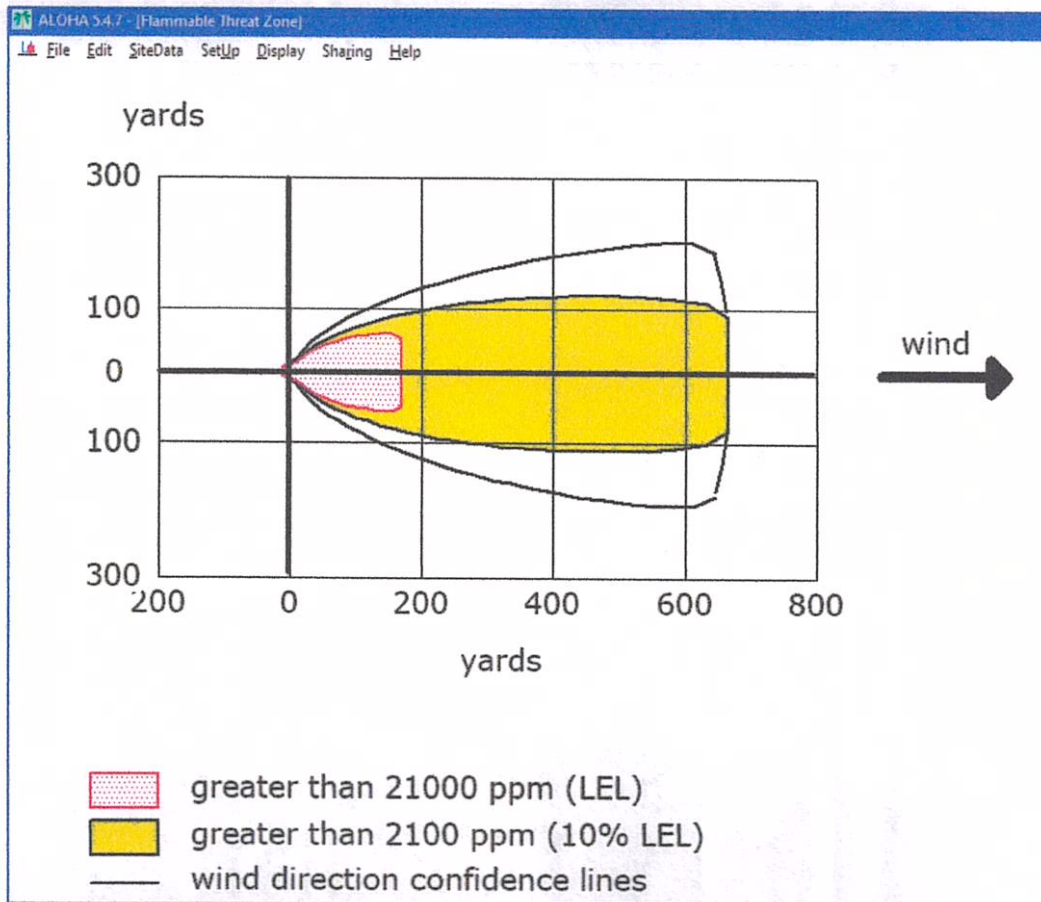


Figura 19. Proyección del Escenario 2.

Tabla 23. Resultados del Escenario 2 para una nube inflamable.

Zonas	Radios de afectación	
Zona mortal de 21000ppm= LEL	172 yard	157.27m
Zona de lesión de 2100 ppm = 10% LEL	665 yard	608.07m

Escenario 3

Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a que no se colocó adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, se tiene una velocidad máxima de liberación promedio de 8050 lb/min. Liberándose un total de 214 232 lb. Obteniéndose los siguientes radios de afectación debido a la generación de una atmosfera (fuerza de explosión) de una explosión de nube de vapor.

Se alimentan los valores antes mencionados en ALOHA.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData Setup Display Shading Help

SITE DATA:
 Location: MONCLOVA, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
 Time: July 10, 2020 1848 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: PROPANE
 CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
 IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
 Ambient Boiling Point: -46.6° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.83 meters/second from NW at 10 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 22° C Stability Class: E
 No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from hole in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical escaping from tank (not burning)
 Tank Diameter: 3.26 meters Tank Length: 29.9 meters
 Tank Volume: 249,572 liters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 22° C
 Chemical Mass in Tank: 105,878 kilograms
 Tank is 85% full
 Circular Opening Diameter: 3 inches
 Opening is 2.77 meters from tank bottom
 Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Average Sustained Release Rate: 8,050 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 214,232 pounds
 Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: congested
 Model Run: Heavy Gas
 Red : LOC was never exceeded --- (8.0 psi = destruction of buildings)
 Orange: 130 yards --- (3.5 psi = serious injury likely)
 Yellow: 246 yards --- (1.0 psi = shatters glass)

Figura 20. Datos ALOHA Escenario 3.

Se especifican las zonas respectivamente.

Overpressure Level of Concern

Select Overpressure Level of Concern:

Red Threat Zone
 LOC: 8.0 psi = destruction of buildings

Orange Threat Zone
 LOC: 3.5 psi = serious injury likely

Yellow Threat Zone
 LOC: 1.0 psi = shatters glass

Show wind direction confidence lines:
☒ only for longest threat zone
☐ for each threat zone

OK Cancel Help

Figura 21. Selección de las zonas para el Escenario 3.

Se obtiene el diagrama que corresponde a una atmósfera explosiva.

ALOHA 5.4.7 - [Overpressure (Blast Force) Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Shading Help

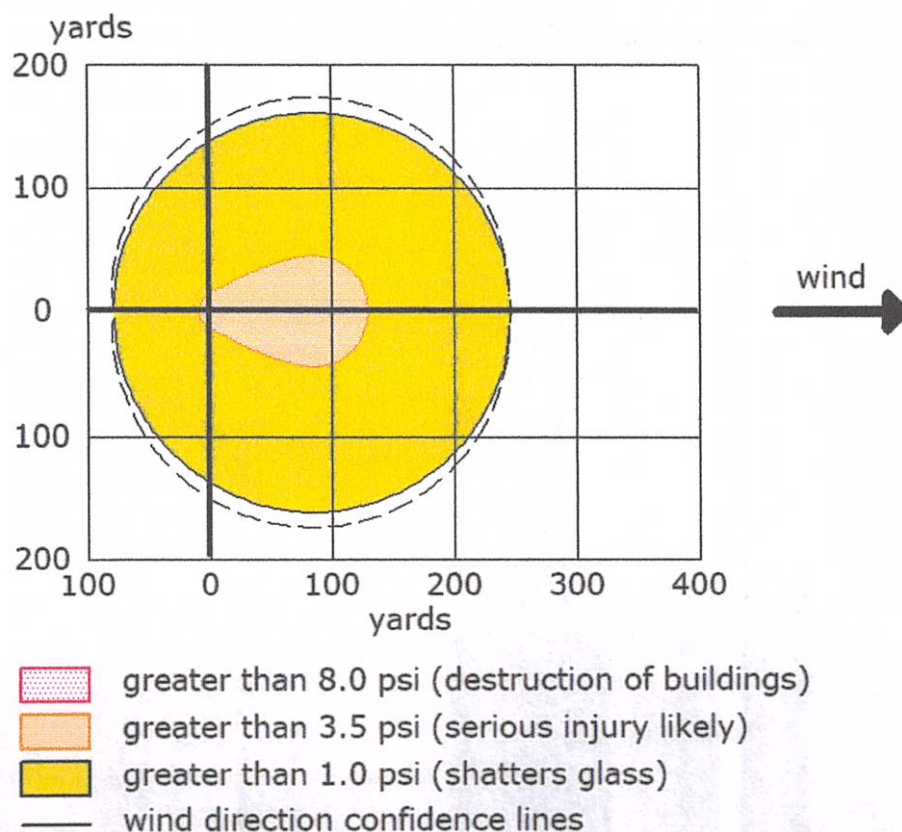


Figura 22. Proyección del Escenario 3.

Tabla 24. Resultados del Escenario 3 para una atmósfera explosiva.

Zonas	Radios de afectación	
Zona mortal de 3.5 psi	130 yard	118.87m
Zona de lesión de 1.0 psi (rompimiento de vidrios)	246 yard	224.94m

Escenario 4

Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a la desconexión de la manguera en la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, al entrar en contacto con una fuente de ignición, el gas comenzaría la combustión y con esto se estima una longitud máxima que alcanzaría la flama de 47 yardas (42.97 metros). Teniéndose una velocidad de combustión de 9 530 lb/min. Se obtienen los siguientes radios de afectación debido a la generación de un dardo de fuego. Se alimentan los valores antes mencionados en ALOHA.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData Setup Display Shading Help

SITE DATA:
 Location: MONCLOVA, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
 Time: July 10, 2020 1846 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: PROPANE
 CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
 IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
 Ambient Boiling Point: -46.6° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.83 meters/second from NW at 10 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 22° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from hole in horizontal cylindrical tank |
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 3.26 meters Tank Length: 29.9 meters
 Tank Volume: 249,572 liters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 22° C
 Chemical Mass in Tank: 105,878 kilograms
 Tank is 85% full
 Circular Opening Diameter: 3 inches
 Opening is 2.77 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 47 yards
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Burn Rate: 9,530 pounds/min
 Total Amount Burned: 214,232 pounds
 Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 113 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 205 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Figura 23. Datos ALOHA Escenario 4.

Se especifican las zonas respectivamente.

Thermal Radiation Level of Concern

Select Thermal Radiation Level of Concern:

Red Threat Zone
 LOC: 5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec

Orange Threat Zone
 LOC: (none)

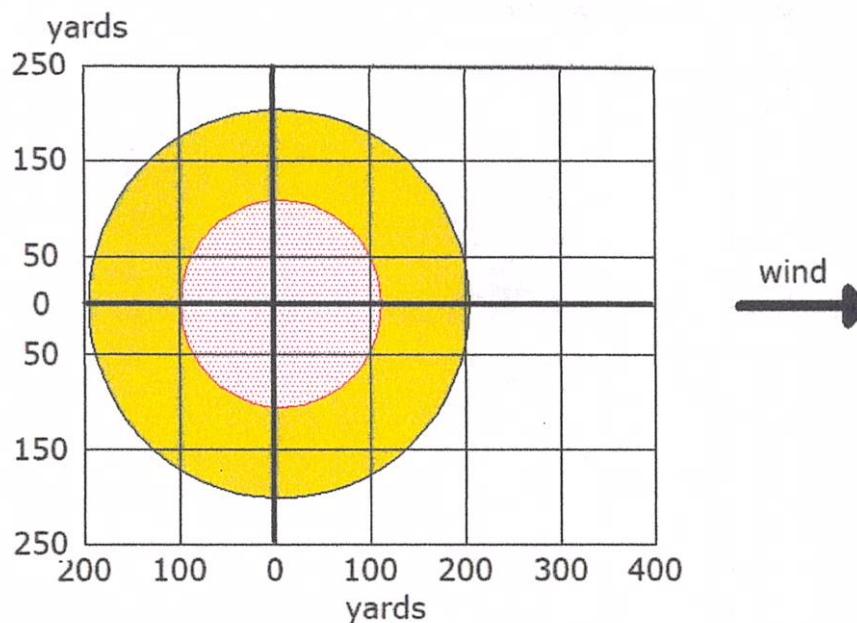
Yellow Threat Zone
 LOC: User specified

1.4 kW/(sq m)
 W/(sq m)
 J/(sec sq m)

OK Cancel Help

Figura 24. Selección de las zonas para el Escenario 4.

Se obtiene el diagrama que corresponde a un dardo de fuego.



-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
 greater than 1.4 kW/(sq m)

Figura 25. Proyección del Escenario 4.

Tabla 25. Resultados del Escenario 4 para un dardo de fuego.

Zonas	Radios de afectación	
Zona mortal de 5.0 kW/m ²	113 yard	103.32m
Zona de lesión de 1.4 kW/m ²	205 yard	187.45m

Escenario 5

Partiendo del Escenario anterior, se tiene que el dardo de fuego empieza a sobre calentar el recipiente (tanque de almacenamiento), debido a que no se lo logra enfriar el recipiente, el líquido entra en ebullición y se produce una BLEVE. Se obtiene los siguientes radios. Se alimentan los valores antes mencionados en ALOHA y se especifican las zonas respectivamente.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MONCLOVA, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
 Time: July 10, 2020 1848 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: PROPANE
 CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
 IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
 Ambient Boiling Point: -46.6° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.83 meters/second from NW at 10 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 22° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 3.26 meters Tank Length: 29.9 meters
 Tank Volume: 249,572 liters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 22° C
 Chemical Mass in Tank: 105,878 kilograms
 Tank is 85% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
 Fireball Diameter: 300 yards Burn Duration: 16 seconds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 1042 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 1.1 miles --- (1.4 kW/(sq m))

Figura 26. Datos ALOHA Escenario 5.

Thermal Radiation Level of Concern

Select Thermal Radiation Level of Concern:

Red Threat Zone
 LOC: 5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec

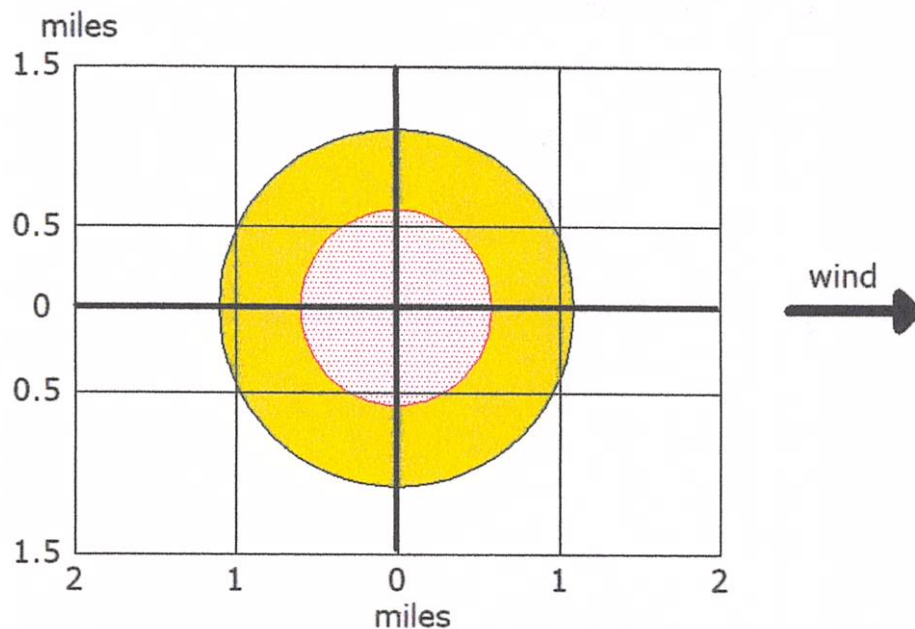
Orange Threat Zone
 LOC: [none]

Yellow Threat Zone
 LOC: User specified

1.4 ☒ kW/(sq m) ☐ W/(sq m) ☐ J/(sec sq m)

OK Cancel Help

Figura 27. Selección de las zonas para el Escenario 5.



-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 1.4 kW/(sq m)

Figura 28. Proyección del Escenario 5.

Tabla 26. Resultados del Escenario 5 para una BLEVE.

Zonas	Radios de afectación	
Zona mortal de 5.0 kW/m ²	1042 yard	952.80m
Zona de lesión de 1.4 kW/ m ²	1936 yard	1770.27m

REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

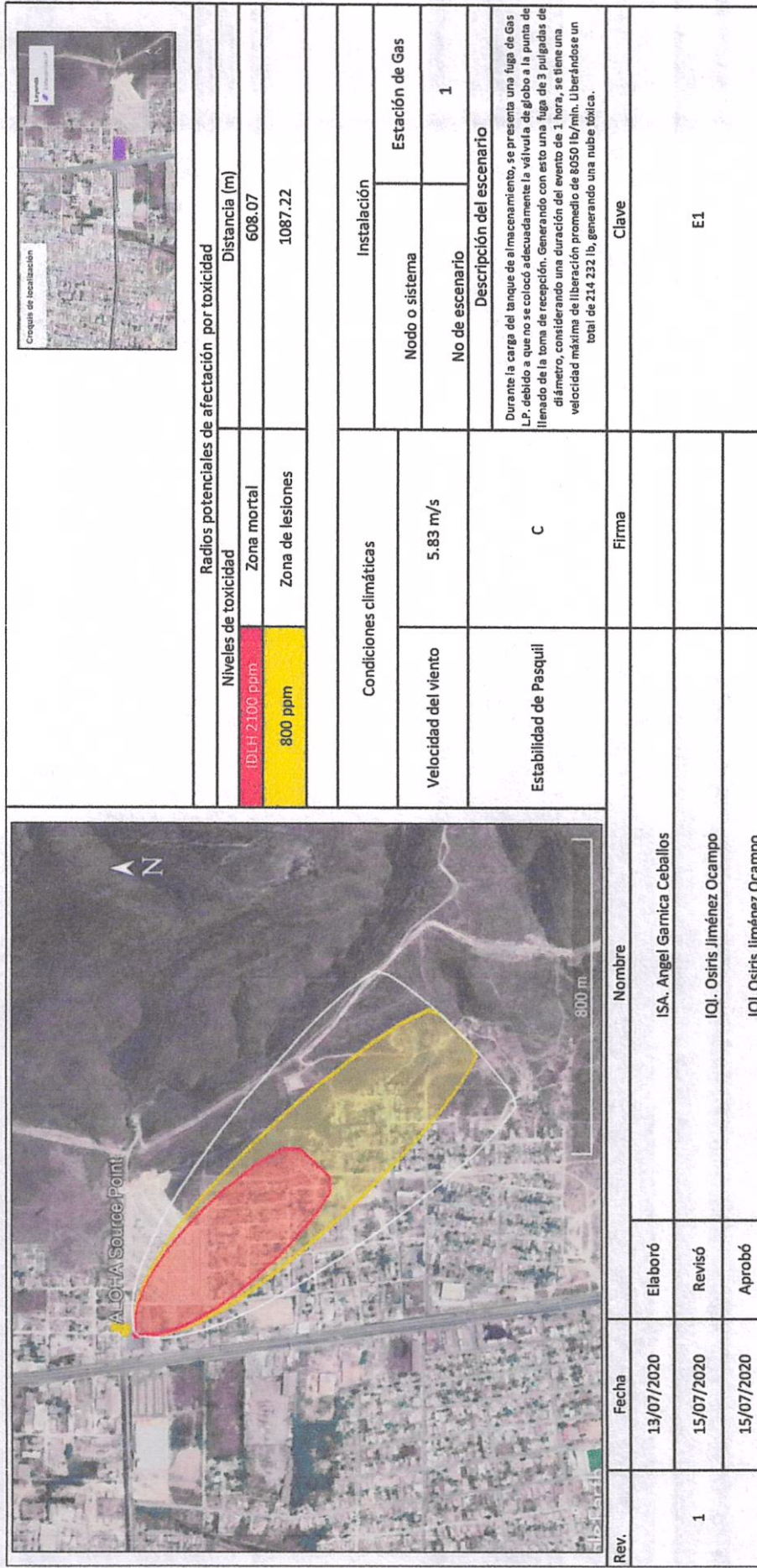


Figura 29. Representación en plano del Escenario 1.

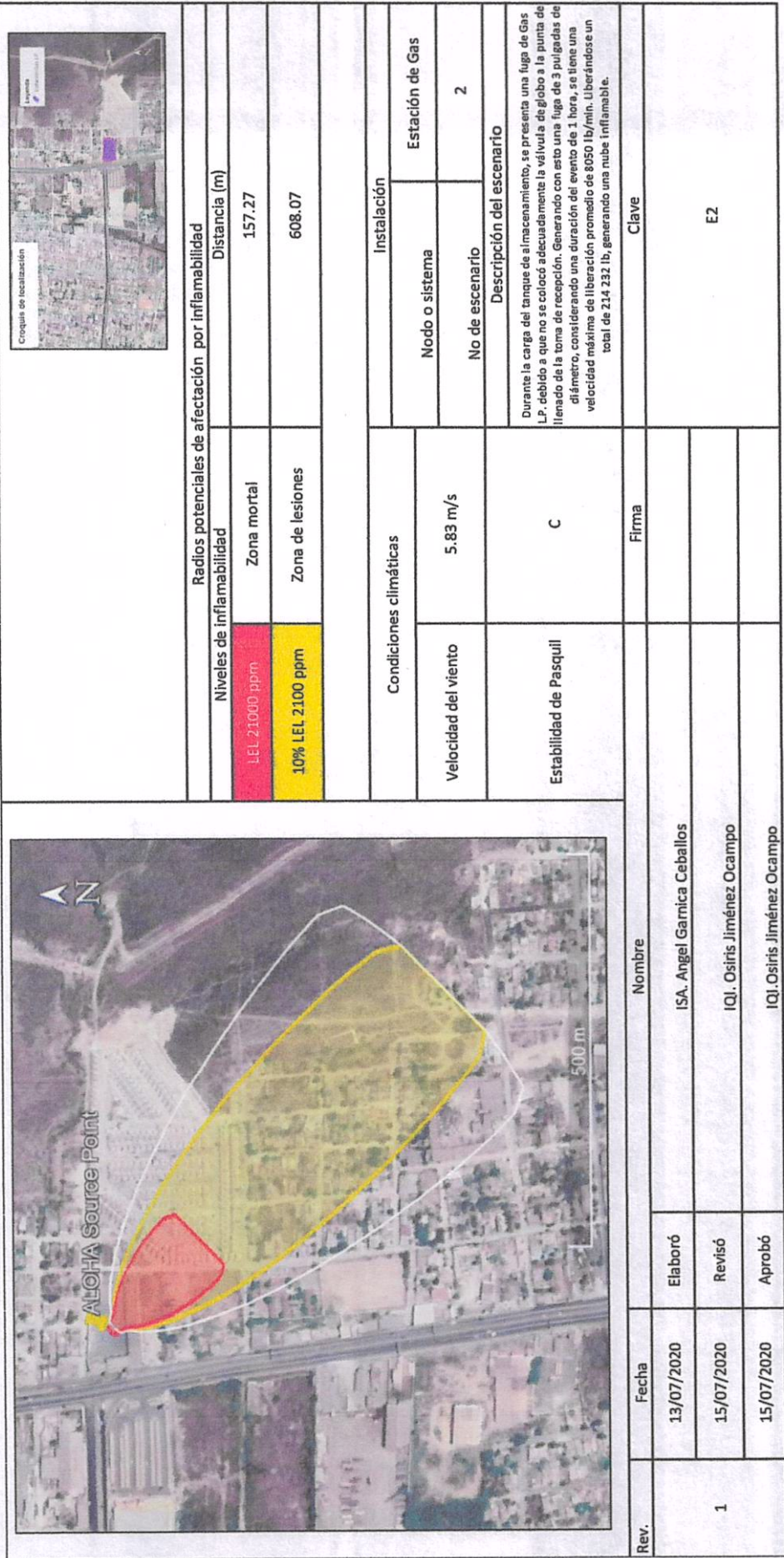
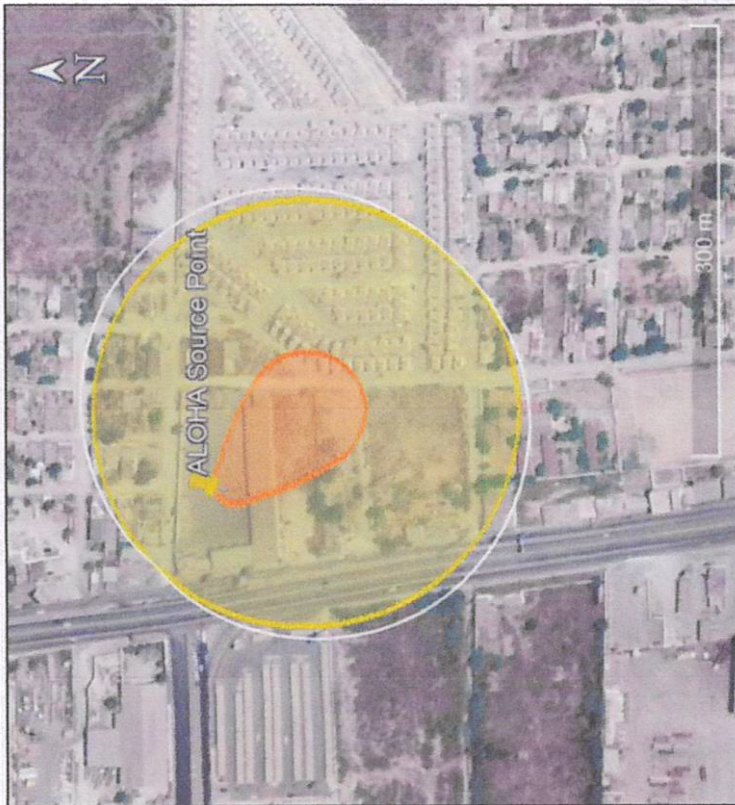
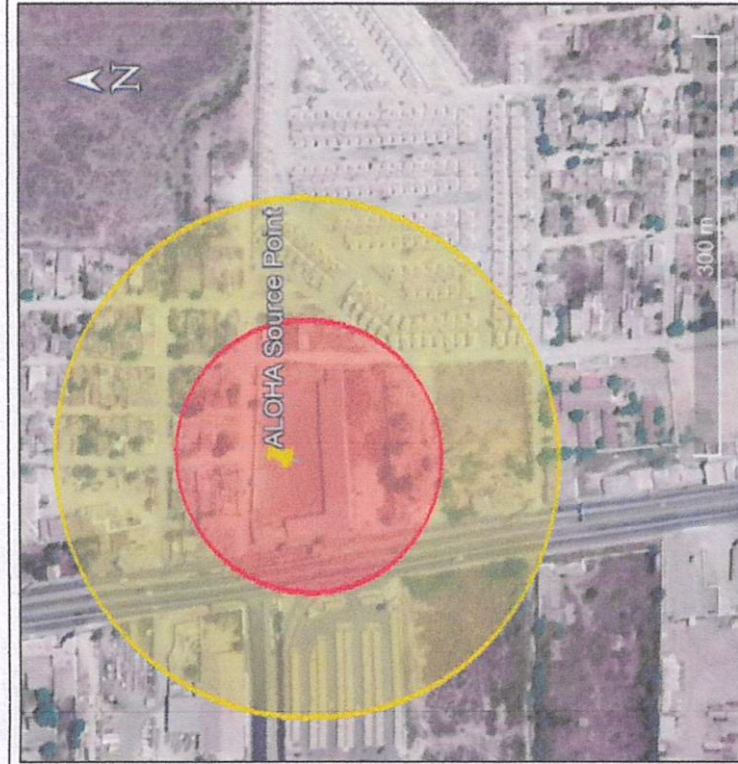


Figura 30. Representación en plano del Escenario 2.

					
	Radios potenciales de afectación por sobrepresión				
	Niveles de presión		Distancia (m)		
	3.5 psi		Zona de amortiguamiento		
	1 psi		Zona de lesiones		
			224.94		
	Condiciones climáticas		Instalación		
	Velocidad del viento	5.83 m/s	Nodo o sistema		
	Estabilidad de Pasquill	C	No de escenario		
		3			
		Descripción del escenario			
		Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a que no se colocó adecuadamente la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, se tiene una velocidad máxima de liberación promedio de 8050 lb/min. Liberándose un total de 214 232 lb, generando con esto una sobre presión proveniente de la nube de explosión formada.			
		Clave			
		E3			

Rev.	1	Fecha	Nombre	
		13/07/2020	Elaboró	ISA, Angel Garnica Ceballos
		15/07/2020	Revisó	IQI, Osiris Jiménez Ocampo
		15/07/2020	Aprobó	IQI, Osiris Jiménez Ocampo

Figura 31. Representación en plano del Escenario 3.



Rev.	1	Fecha	Nombre	Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
		Elaboró	ISA. Angel Garnica Ceballos	Niveles de radiación térmica		Distancia (m)	
		Revisó	IQI. Osiris Jiménez Ocampo	5 kW/m^2	Zona mortal	103.32	
		Aprobó	IQI. Osiris Jiménez Ocampo	1.4 kW/m^2	Zona de lesiones	187.45	
				Condiciones climáticas		Instalación	
		Velocidad del viento	5.83 m/s			Nodo o sistema	Estación de Gas
		Estabilidad de Pasquill	C			No de escenario	4
				Descripción del escenario			
				Durante la carga del tanque de almacenamiento, se presenta una fuga de Gas L.P. debido a la desconexión de la manguera en la punta de llenado de la toma de recepción. Generando con esto una fuga de 3 pulgadas de diámetro, considerando una duración del evento de 1 hora, al entrar en contacto con una fuente de ignición, el gas comenzaría la combustión y con esto se estima una longitud máxima que alcanzaría la flama de 47 yardas (42.97 metros). Teniéndose una velocidad de combustión de 9 530 lb/min.			
				Firma		Clave	
						E4	

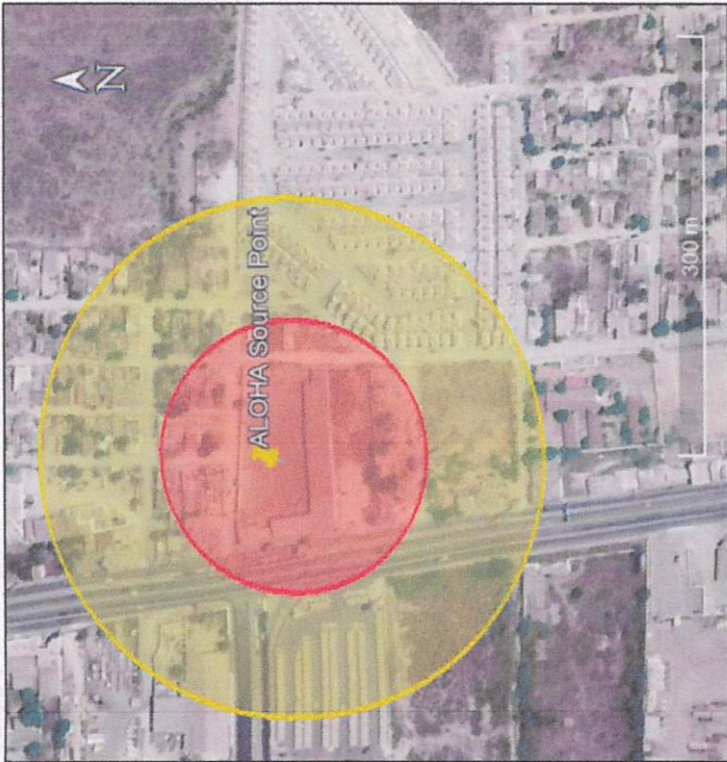
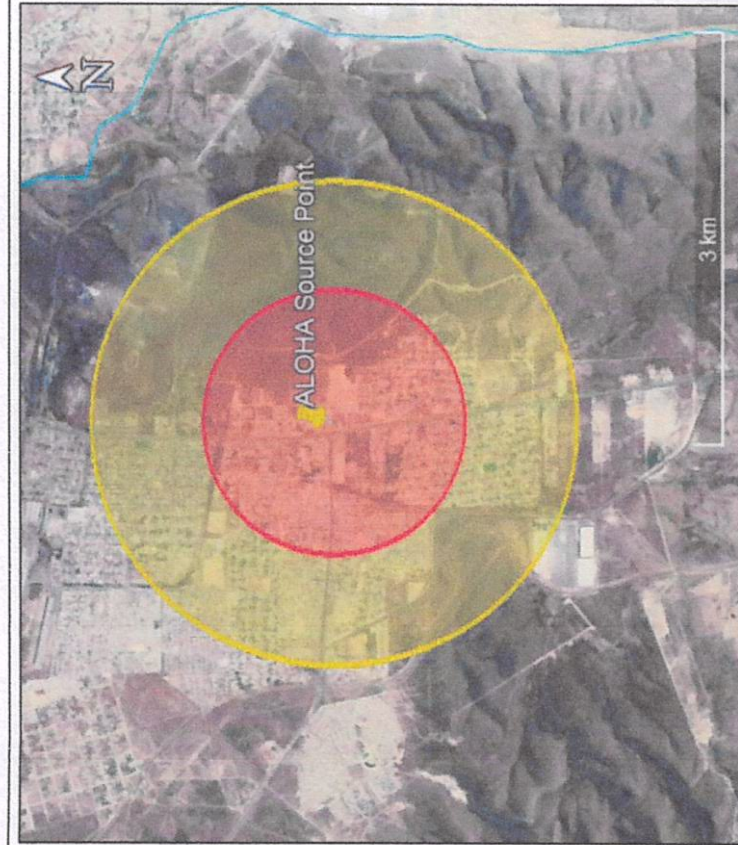
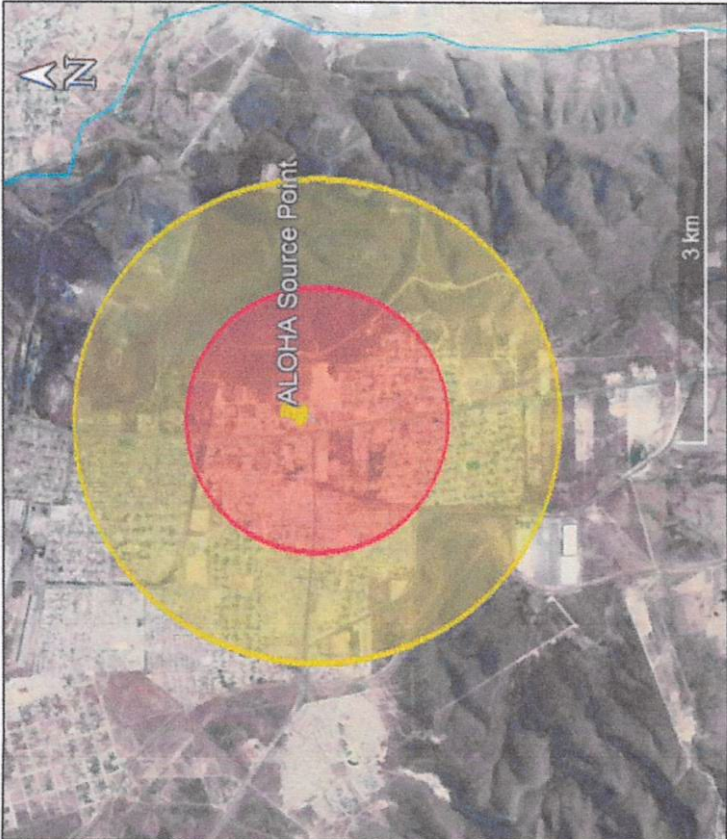
			
---	--	--	--

Figura 32. Representación en plano del Escenario 4.



Croquis de localización  ALPHA Source Point 	Radios potenciales de afectación por radiación térmica		Distancia (m)	
	Niveles de radiación térmica		952.8	
	5 kW/m ²	Zona mortal		
	1.4 kW/m ²	Zona de lesiones	1770.27	
Condiciones climáticas		Instalación		
Velocidad del viento	5.83 m/s	Nodo o sistema	Estación de Gas	
Estabilidad de Pasquill	C	No de escenario	5	
		Descripción del escenario		
		Partiendo del Escenario 4 (E4), se tiene que el dardo de fuego empieza a sobre calentar el recipiente (tanque de almacenamiento), debido a que no se lo logra enfriar el recipiente, el líquido entra en ebullición y se produce una BLUVE.		
Firma		Clave		
		E5		

1	Rev.	Fecha	Nombre
		13/07/2020	ISA, Angel Garnica Ceballos
		15/07/2020	IQI, Osiris Jiménez Ocampo
		15/07/2020	IQI, Osiris Jiménez Ocampo

Figura 33. Representación en plano del Escenario 5.

SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Dentro de las medidas a tomar, se consideran las siguientes acciones para reducir la probabilidad del riesgo.

Supervisar que los conductores de los auto tanques acaten correctamente cada uno de los procedimientos de operación y las instrucciones que se les den en ese momento. Así como asegurar la instalación de las cuñas, de no ser así no suministrar Gas mientras no se cumpla lo descrito anteriormente.

En todo momento vigilar el estado de las conexiones, en caso de ser necesario accionar las válvulas de cierre rápido.

Antes de realizar la descarga verificar el volumen disponible en el tanque de almacenamiento y la cantidad de Gas en el transporte, para determinar el tiempo de esta operación.

Controlar el flujo del líquido y mantenerlo continuo, operando a una presión inferior a la de la apertura de las válvulas de seguridad.

Asegurar que las instalaciones estén conectadas permanentemente al sistema de tierra, así como las unidades transportadoras al momento de la descarga y trasvase para asegurar que no se genere estática y esta produzca una fuente potencial de ignición.

Revisar rutinariamente la operación y estado de los instrumentos y hacer el reemplazo oportuno de los que lleguen a presentar fallas.

Asegurar el control inmediato de cualquier conato de incendio, esto mediante el aseguramiento del buen estado de los equipos para el combate contra incendios, como aspersores, hidrantes y extintores.

La Estación además cuenta con una cisterna de agua, con una capacidad de 100,000 litros a la descarga para el sistema contra incendios, conformado por los aspersores para abarcar la superficie mínima a cubrir del recipiente de almacenamiento, es importante mencionar que el sistema de bombeo está calculado para que suministre tanto al sistema de hidrantes como al sistema de enfriamiento por aspersión, la presión mínima es de 3 kg/cm² en el hidrante hidráulicamente más desfavorable; considerando al caudal total conducido.

Los hidrantes contarán con una manguera de longitud máxima de 30 m, con un diámetro nominal mínimo de 38 mm (1 ½ pulg.), las mangueras contarán con una boquilla reguladora en el extremo libre. El sistema de 2 hidrantes operando de la estación cubrirá al 100% las áreas de almacenamiento y trasiego. Las áreas de cobertura de los hidrantes están contempladas en el plano del proyecto contra incendio. Se tienen además otros 2 hidrantes para accionarlos en caso de emergencia.

La estación contará con protección para casos de inicio de incendios, con extintores de capacidad mínima nominal de 9 kg de Polvo Químico Seco tipo ABC, a excepción de los que se tendrán instalados en los tableros de control eléctricos, que serán tipo C o de Bióxido de Carbono. En total se contemplan 17 extintores portátiles distribuidos de la siguiente manera:



- 4 en las tomas de recepción
- 6 en las tomas de carburación
- 2 en la zona de almacenamiento
- 3 en las bombas y compresores para Gas L.P.
- 1 en la Bomba de agua contra incendio
- 1 en la Caseta de vigilancia

Además, con 2 extintores de carretilla de 25 kg de Polvo Químico Seco.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El histórico y experiencia muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, el presente documento cubre los escenarios que pudieran ser más probables o bien los más catastróficos. Desde una fuga en las tomas de almacenamiento y recepción hasta la explosión total del tanque de almacenamiento.

Es necesario manifestar que algunos de los eventos están sobrestimados y la probabilidad que se presenten en una Estación de carburación es baja, pero para efectos de este Análisis de riesgo se toman los sucesos que puedan provocar una contingencia mayor para poder así predecir los posibles escenarios de afectación; así como las medidas de mitigación con las que cuenta la Estación.

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir en el proceso de almacenamiento y trasiego de Gas L.P. a través de distintas áreas de la Estación, tales como: tanque de almacenamiento, recepción del Gas y suministro a vehículos particulares, se utilizaron diferentes métodos entre los cuales se encuentran:

Matriz de nivel de riesgo

Método cualitativo de What if...?

Modelos matemáticos y simulador ALOHA

Es importante mencionar que la Estación buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal, así como mantener constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando con esto la reducción de la probabilidad de que se presente algún evento no deseado.



ANEXOS

- Memoria técnica descriptiva del proyecto eléctrico
- Memoria técnica descriptiva del proyecto civil
- Memoria técnica descriptiva del proyecto mecánico
- Memoria técnica descriptiva del proyecto contra incendio
- Planométrico
- Planos del Proyecto Civil (3)
- Planos del Proyecto Mecánico (2)
- Planos del Proyecto Eléctrico (3)
- Planos del Proyecto Contra incendio (2)



REFERENCIAS

NOM-003-SEDG-2004 Requisitos técnicos mínimos de seguridad que se deben observar y cumplir en el diseño y construcción de estaciones de Gas L.P., para carburación con almacenamiento fijo.

NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de Seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

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-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente 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.

NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de Coahuila

Plan de Desarrollo Municipal Monclova

Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de Monclova, Frontera y Castaños, Coahuila México

ANEXOS

