I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1 Bases de diseño

I.1.1 Proyecto Civil

Para el proyecto de construcción de la estación de carburación, las bases de diseño están basadas en los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción. La clasificación para la estación de gas L.P. es la siguiente:

TABLA I.1 CLASIFICACIÓN PARA ESTACIÓN DE GAS LP.

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo B	Comercial.
Subtipo BI	Aquéllas que cuentan con recipientes de almacenamiento exclusivos de la estación.
Grupo II	Con capacidad de almacenamiento desde 5,000 hasta 25,000 L de agua al 100%.

FUENTE. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEDG-2004, ESTACIONES DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

El terreno que ocupará la Estación de Gas L.P. afecta una forma regular y tendrá una superficie de 750 metros cuadrados.

ANEXO I.1 PLANO PRO-PLA-01

- **Área de almacenamiento**

La delimitación perimetral de la zona de almacenamiento será de malla tipo ciclón de 2.00 m de altura y postes de concreto armado de una longitud total de 1.60 m, con 0.70 m de altura sobre el nivel de piso terminado y enterrados a 0.90 m con 0.20 m de espesor. (Ver plano PRO-CIV-02).

La zona de almacenamiento contará con dos accesos de 0.95 m. de ancho y 2.00 m. de altura, de los cuales sus puertas serán de malla tipo ciclón evitando el paso a personas ajenas a esta zona.

En la zona donde las bases de los recipientes transmiten la carga al suelo se contará con piso de concreto armado con sección de 0.15m., armada con 6 varillas del # 3 y estribos del # 2 a 0.10 m.

ANEXO I.2 PLANO PRO-CIV-01
ANEXO I.3 PLANO PRO-CIV-02

- **Edificaciones**

Las construcciones destinadas para el servicio sanitario y oficinas se localizarán por el lindero Suroeste del terreno general, los materiales con que serán construidos serán en su totalidad incombustibles: muros y cubierta de lámina de acero, ventanas y puertas metálicas. Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la estación, mismo que se anexa a la memoria técnica.

- **Delimitación**

El terreno de la estación se tendrá delimitado con malla tipo ciclón de 2.00 m. de altura en su lindero Norte, Sur y Este, en su lindero Oeste estará libre para los vehículos que accedan a carburar.

- **Accesos**

La estación contará con un acceso y una salida de vehículos; el acceso y salida estarán por el lindero Oeste el cual estará libre para los vehículos que ingresen a carburar; el acceso para personas será parte integral de la entrada para vehículos.

- **Requisitos para estaciones comerciales**

La estación contará con acceso de piso consolidado que permitirá el tránsito seguro de vehículos.

Por la estación no cruzarán líneas eléctricas de alta tensión, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la estación, ya sean aéreas o por ductos bajo tierra.

La estación se encontrará en una zona urbana, por lo cual no contará con carriles de aceleración y desaceleración.

- **Bases de sustentación para recipientes de almacenamiento**

Requisitos Generales

Es importante considerar que los recipientes que se instalarán serán de tipo horizontal con capacidad de 4,913; por lo tanto se realizó el cálculo de cimentación del 50% de uno.

- Diseño de losa de cimentación

Se tomaron como base para el cálculo las fórmulas siguientes:

$$AZC = \frac{W+PA}{Rop} \qquad At = \frac{(A)+(B)(b)}{2} \qquad V1 = At \times Rop$$

$$dv = \frac{Vt}{(Vc)x(J)x(b)} \qquad M = Rop \times (A) \times (b^2/2) \qquad dm = \sqrt{\frac{M}{(r) \times (A)}}$$

$$Asc = \frac{M}{(Fs) \times (J) \times (dm)} \qquad \mu c = \frac{Vt}{(Ø) \times (j) \times (dv)}$$

Ø No. de varillas por perímetro

$$F = \frac{W}{Azp} + \frac{M}{L} \qquad fc = (0.45) \times (f'c) \qquad fs = (0.50) \times (fy)$$

$$Vc = (0.03) \times (f'c) \qquad J = (1) - (K/3) \qquad r = (fc/2) \times (J) \times (K)$$

$$Ec = 10{,}000 \sqrt{f'c} \qquad N = Es/Ec \qquad Vs = (K') \times (W)$$

$$\mu p = (0.05) \times (f'c)$$

$$K = \frac{1}{1 + x\,(fs/N \times fc)\ x\,(dm)} = 0.44$$

Donde:

A Ancho de losa de cimentación
Asc Área de varilla calculada
Asp Área de varilla proporcionada
At Área de trapecio
Azc Área de losa de cimentación calculada

Azp Área de losa de cimentación propuesta
B Base mayor de trapecio
b Base menor de trapecio
dm Peralte de losa de cimentación a la flexión
dv Peralte de losa de cimentación a la cortante
Ec Módulo de elasticidad del concreto = 158,113.883 kg/cm^2
Es Módulo de elasticidad del acero = 2'200,000 kg/cm^2
f Resistencia del terreno
f'c Resistencia del concreto = 250 Kg. /cm^2
f''c Resistencia a la ruptura
fs Resistencia a la tensión de acero = 2,000 kg/cm^2
fy Esfuerzo en el límite de fluencia dela cero= 4,000 kg/cm^2
h Altura desde el centro de gravedad de todas las cargas
I Momento de inercia
k Constante de cálculo de la resistencia del concreto = 0.44
K' Coeficiente sísmico
J Constante de cálculo de acuerdo a la resistencia del acero = 0.85
M Momento flexionante máximo
Ms Momento de volteo por sismo
My Momento de flexión
N Módulo de elasticidad equivalente = 13.91
PA Peso aproximado de la base
Rop Resistencia del terreno
r Factor de resistencia del concreto al acero
Vl Fuerza aplicada a la losa de cimentación
Vc Resistencia a la cortante del concreto = 7.50 Kg/cm^2
Vs Esfuerzo cortante sísmico
W Carga por soporte
μc Esfuerzo de adherencia calculada
μp Esfuerzo de adherencia permitida = 0.05 (250)=12.50 kg/cm^2

TABLA I.2 DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Datos del tanque	
Tara en Kg	1,081.00 Kg
Capacidad en Kg de fluido cuya	2,947.80 Kg

Datos del tanque	
densidad es de 0.60 Kg/L	
Peso total en Kg	4,028.80 Kg
Carga por soporte	2,014.40 Kg

Peso aproximado de la base:
Densidad del concreto reforzado = 2,400 Kg/cm.
Para fines de análisis de cálculo se consideró el 50% de la losa de cimentación propuesta, esto es para uno de los apoyos del tanque.

Dimensiones

Para seguridad en el diseño de la losa de cimentación se consideró un terreno con resistencia de 5 ton/m^2, valor crítico de un subsuelo poco compacto, usado para fines de cálculo.

$$\text{Losa de cimentación} = \frac{\text{Carga por soporte + peso aprox. base}}{\text{Resistencia del terreno}}$$

$$\text{Losa de cimentación} = \frac{2{,}014.40\ \text{Kg} + 972.00\ \text{Kg}}{5{,}000\ \text{Kg/m}^2} = 0.59728\ \text{m}^2$$

Área sección losa = (1.50) x (0.20) = 0.30 m^2

V1 = Fuerza normal = Área sección losa x Resistencia del terreno
V1 = 0.30 x 5,000 = 900 Kg

$$dv = \frac{V1}{(Vc) \times (J) \times (b)} = \frac{1{,}500}{75{,}000 \times 0.85 \times 0.20} = 0.11\ \text{m} + \text{Recubrimiento}$$

0.11+0.05 = 0.16 m

El Peralte de la losa propuesta será de 0.20 m
M= 5,000 Kg/m^2 x (0.20) m ((1.50m)^2/2) = 1,125 Kg•m

- **Protección contra tránsito vehicular**

La protección para zona de almacenamiento será con postes de concreto armado de 0.20 m de espesor y 0.70 m. sobre el nivel de piso terminado con una longitud total de 1.60 m.

- **Trayectorias de las tuberías**

Las trayectorias de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento serán visibles, sobre el nivel de piso terminado y estarán apoyadas sobre soportes espaciados que evitarán su flexión y su desplazamiento lateral, con un claro mínimo de 0.10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería donde están separadas entre paños cuando menos 0.05 m.

- **Relación de distancias mínimas**

Las distancias mínimas en esta estación serán las siguientes:

TABLA I.3 DISTANCIAS MÍNIMAS EN LA ESTACIÓN DE CARBURACIÓN DE GAS LP

De la cara exterior del medio de protección a:		
Paño del recipiente de almacenamiento	(1.5 m)	1.50 m.
Bases de sustentación	(1.3 m)	1.58 m
Bombas o compresores	(0.5 m)	4.09 m
Marco de soporte toma de recepción	(0.5 m)	N.A.
Marco de soporte toma de suministro	(0.5 m)	1.63 m
Tuberías	(0.5 m)	1.72 m
Despachadores o medidores de líquido	(0.5 m)	1.63 m
Parte inferior de las estructuras que soportan los recipientes	(1.5 m)	1.58 m
Del recipiente de almacenamiento tipo intemperie sobre NPT a:		
Otro recipiente de almacenamiento	(1.5 m)	1.50 m
Límite del predio de la Estación	(3.0 m)	3.57 m
Oficinas y bodegas	(3.0 m)	7.38 m
Talleres	(7.0 m)	N. A.
Zona de protección tanques	(1.5 m)	1.50 m
Almacén productos combustibles	(7.0 m)	N.A.
Planta generadora de energía eléctrica	(15.0 m)	N.A.
Boca de toma de suministro	(3.0 m)	3.08 m
Boca de toma de suministro a:		
Oficinas y bodegas	(7.5 m)	9.87 m
Límite de la Estación	(7.0 m)	7.35 m
Vías o escuelas del FFCC	(15.0 m)	N. A.
Almacén productos combustibles	(7.5 m)	N.A.
De boca de toma de recepción a:		

Límite de la Estación	(6.0 m)	N.A.

- **Pintura de identificación**

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

I.1.2 Proyecto Mecánico

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, Ley de Hidrocarburos y la Norma Oficial Mexicana NOM -003-SEDG-2004 "Estaciones de gas LP para carburación-Diseño y Construcción", editada y aprobada por la Secretaría de Energía a través del comité Consultivo Nacional de Normalización en materia de Gas LP en su sesión ordinaria del 19 de noviembre del 2004, publicada en el "Diario Oficial de la Federación" el día 28 de abril de 2005 y demás acuerdos y resoluciones relativos al uso de Gas Licuado de Petróleo como carburante en vehículos con motor de combustión interna.

Los recipientes de almacenamiento serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011.

- **Especificaciones Mecánicas**

Accesorios y equipos

El equipo y accesorios que se utilizarán para el almacenamiento y el trasiego de Gas LP serán de acuerdo a las características requeridas para tal fin.

La estación, contará con dos recipientes para almacenamiento de Gas L.P. tipo intemperie, horizontal, con una capacidad de 4,913 L cada uno, con almacenamiento total de 9,826 litros al 100% agua.

Protección contra la corrosión

Los recipientes, tuberías, conexiones y equipo usado para el almacenamiento y trasiego del gas LP estarán protegidos contra la corrosión del medio ambiente, mediante un recubrimiento anticorrosivo continuo (pintura de esmalte), colocado sobre un primario, que garantiza su firme y permanente adhesión. La estación por ser de tipo intemperie no requiere de protección catódica.

- **Recipiente de almacenamiento**

Generalidades

Los recipientes de almacenamiento serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011.

El recipiente estará identificado mediante una placa legible proveniente de fábrica, indicando la fecha de fabricación, serie y espesores del recipiente. La placa se encontrará firmemente adherida a cada recipiente.

La distancia del fondo de los recipientes horizontales tipo intemperie de 4,913 L. de agua al 100% cada uno, al piso terminado de la zona de almacenamiento será de 1.36 m.

Esta Estación se abastecerá con dos recipientes de 4,913 al 100% agua y serán llenados a través de auto tanques.

Los tanques tendrán las siguientes características:

TABLA I.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LP

Características de los tanques		
	RECIPIENTE 1	RECIPIENTE 2
Construido:	TATSA	TATSA
Según norma:	NOM-009-SESH-2011	NOM-009-SESH-2011
Capacidad L agua:	4,913 L	4,913 L
Año de fabricación:	03-2016	03-2016
Diámetro exterior:	118.70 cm	118.70 cm
Longitud total:	4.738 cm	4.738 cm
Presión de trabajo:	17.58 kg/cm^2	17.58 kg/cm^2
Forma de las cabezas:	SEMIELÍPTICA	SEMIELÍPTICA
Espesor lámina cabezas:	7.11 mm	7.11 mm
Espesor lámina cuerpo:	6.91 mm	6.91 mm
No. de Serie:	H203	H226
Tara:	1,081 kg	1,081 kg

- **Accesorios de los recipientes**

Ambos recipientes de almacenamiento contarán con:

- Una válvula de servicio marca REGO mod. 9101 DT11.1 de 19mm (3/4 ").
- Tres válvulas de seguridad marca REGO mod. 3131GE 19mm (3/4").
- Un medidor flotador indicador de nivel marca ROCHESTER de 32mm (1 ¼").

- Una válvula de exceso de flujo para gas vapor marca REGO mod. A3272G de 19mm (3/4").
- Una válvula de no retroceso para gas líquido marca REGO mod. A3146 (3/4").
- Una válvula de llenado marca REGO mod. 7579C de 32mm (1 ¼").
- Una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca REGO mod. A3282C de 32mm (1 ¼").
- Las válvulas de relevo de presión serán asignadas por el fabricante.

- **Tubos de desfogue**

Los recipientes de almacenamiento no serán de una capacidad mayor de 4,913 L, por lo tanto no tendrá línea de desfogue.

- **Escaleras y pasarelas**

Para facilitar la lectura de los instrumentos de medición de los recipientes de almacenamiento, se contará con una escalera, junto a los recipientes de almacenamiento, fabricada a base de Canal C de 6" y 4" (ver en anexo I.2).

ANEXO I.4 PLANO PROYECTO MECÁNICO PRO-ME-01

- **Bombas**

El trasiego de gas LP en operaciones de suministro se realizará por medio de dos bombas, cuyas características serán las siguientes:

TABLA I.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

Número	1
Operación básica	Llenado a recipientes de carburación
Marca	Corken
Modelo	C-12
Motor eléctrico	1 HP
R.P.M.	1750
Capacidad nominal	38 L.P.M. (10.05 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx.)	----
Tubería de succión	32 mm. (1 ¼ " Ø)
Tubería de descarga	25 mm. (1" Ø)

La bomba estará instalada dentro de la zona de protección de tanques de almacenamiento.

La bomba junto con su motor, estará fijada a una base de concreto armado a 0.20 m. sobre el nivel de piso terminado.

El motor eléctrico acoplado a la bomba será de 1 H.P. para operar en atmósferas de vapores combustibles y contará con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrará conectado al sistema general de "tierra".

- **Medidor de volumen**

Se contará con una zona de suministro misma en la que se tendrá un medidor Marca Neptune mod. 4D de 25 mm. (1") de entrada y salida, conectado a un sistema de control electrónico de lectura e impresión para llenar una unidad, este medidor volumétrico controlará el abastecimiento de Gas LP a tanques montados permanentemente en vehículos que usen este producto como carburante.

El medidor de flujo para suministro de Gas LP contará con las siguientes características:

TABLA I.6 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DE FLUJO

Marca y tipo:	Neptune 4D
Diámetro de entrada y salida:	25 mm
Capacidad:	Máx 38 L.P.M. (10.05 G.P.M.)
	Mín. 12 L.P.M. (4 G.P.M.)
Presión de trabajo:	
Registro Modelo:	Digital (Krauss)

Antes y después del medidor se contará con válvulas de cierre manual y después de la válvula diferencial se contará con una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro.

El medidor contará con la aprobación de la Dirección General de Normas, Dirección de Certificación de la Calidad, validándose dicha aprobación periódicamente.

- **Tuberías y accesorios**

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas LP serán de acero cédula 80, sin costura y con conexiones roscables para 13,729 MPa (140 Kg.f/cm^2).

Los diámetros de las tuberías instaladas serán:

TABLA I.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE GAS LP

Trayectoria	Líquida	Retorno líquido	Vapor

De recipiente a bomba	32 mm	19mm	N.A.
De bomba a medidor	25 mm	N.A.	N.A.
De medidor a recipiente	N.A.	N.A.	19 mm

Los empaques que se utilizarán en las uniones bridadas serán de metal los cuales resisten la acción del Gas L.P. con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C).

El filtro estará instalado en la tubería de succión de la bomba y será adecuado para una presión mínima de trabajo de 1.7 MPa (17.33 kgf/cm2).

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 19 mm (3/4") de diámetro para retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consistirá en una válvula automática, la cual actuará por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura de 5 Kg/cm2 (71 lb/in2).

En las tuberías conductoras de gas líquido y en los tramos en que exista atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, estarán instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm2 y capacidad de descarga de 22 m3/minuto y serán de 13 mm (1/2") de diámetro.

Las válvulas de corte o seccionamiento, serán de acero y resistentes al Gas L.P.. Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P. líquido serán adecuadas para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 Kg,f/cm2), sus extremos serán roscados.

El conector flexible será de acero y resistente al Gas L.P.. Estará colocado en la tubería que conduce Gas L.P. líquido y será adecuado para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2), su longitud no será mayor de 1.0 m y sus extremos serán roscados.

Todas las mangueras que se usarán para conducir Gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 Kg/cm2) y una presión de ruptura de 13.73 MPa (140 Kg/cm2). Se contará con manguera en la toma para carburación.

- **Instalación de las tuberías**

Las trayectorias de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento serán visibles, sobre el nivel de piso terminado y estarán apoyadas sobre soportes espaciados que evitarán su flexión y su desplazamiento lateral, con un claro mínimo de 0.10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería donde estarán separadas entre paños cuando menos de 0.05 m.

Todas las tuberías independientemente del fluido que conduzcan cumplirán con las siguientes separaciones como mínimo entre sus paños 0.05 m.

Generalidades

La ubicación de las tomas estará de tal modo que al cargar o descargar un vehículo no obstaculizarán la circulación de los otros vehículos.

La conexión de la manguera de la toma y la posición del vehículo que se cargue o descargue, estará proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos, con una longitud total de 8.0 m.

Las mangueras de suministro tendrán un diámetro nominal de 19 mm y contarán en el extremo libre con una válvula de cierre rápido con seguro y acoplador de llenado.

Toma de suministro

Las tomas de suministro serán de 19 mm (3/4") de diámetro y contará con los siguientes accesorios:

- Acoplador 3/4" para gas líquido marca Rego modelo 3175A
- Válvula de operación manual, de acción rápida para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2 con válvula manual de desfogue.
- Manguera para gas LP con diámetro nominal de 19 mm (3/4").
- Una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro.
- Una válvula automática doble no-retroceso (pull-away) de 19 mm (3/4") de diámetro.

Soporte para toma

La toma de suministro contará con un soporte metálico que fijará a la manguera para mejor protección contra tirones de manera que la válvula "pull away" funcione sellando cualquier salida de gas, junto a la toma se contará con pinzas especiales para conectar a "tierra" a los vehículos en el momento de hacer el trasiego del Gas LP.

- **Identificación de tuberías**

Para su identificación, las tuberías a la intemperie estarán pintadas con los siguientes colores:

TABLA I.8 IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS

Tubería	Color
Gas en fase vapor	Amarillo
Gas en fase líquida	Blanco
Gas en fase líquida en retorno	Blanco con banda de color verde
Tubería eléctrica	Negra

- **Revisión de hermeticidad**

Antes de que opere la estación, se efectuará a todo el sistema de tuberías de Gas L.P., en presencia de la Unidad de Verificación, una prueba de hermeticidad por un periodo de 30 min a 0.147 Mpa (1,50 kgf/cm2), se utilizará aire, por el método de presión.

- **Justificación técnica del diseño de la estación**

Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento es 9,826 L. en dos recipientes para Gas L.P. tipo intemperie cilíndrica- horizontal, siendo de la marca TATSA, con capacidad de 4,913 litros de agua al 100 % cada uno. Se contará con una bomba con capacidad de 1 HP, 38 LPM (10.05 GPM).

Cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo, así como el retorno de líquido.

La mecánica de flujo dentro de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante un balance de energía mecánica de flujo como sigue:

$$X1 + \frac{P1}{p} + \frac{V1^2}{2g} + W = X2 + \frac{P2}{p} + \frac{V2^2}{2g} + F + Fc$$

Donde:

X2-X1= DX= altura piezométrica en el sistema
P2-P2=DP= Presión diferencial dentro de un sistema

g= Aceleración de la fuerza de gravedad= 9.81 m/s^2

W= Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba.

P= Peso específico del gas-líquido= 530 Kg/m^3
(70% Propano 30% Butano)

F= Pérdidas por fricción o resistencia al flujo en las tuberías

Fc= Pérdidas por contracción.
En este caso:
V1=V2 y Fc = 0

Por tanto:

$$W = DX + \frac{DP}{P} + F$$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema

El valor de F se ha determinado experimentalmente sumando las longitudes equivalentes de los accesorios instalados en la tubería más la longitud de la tubería misma, también experimentalmente se ha calculado para cada diámetro de tubería y para un gasto volumétrico, el valor de la resistencia al flujo de Gas LP por unidad de longitud.

Cálculo de la pérdida de energía por fricción en la tubería de succión de la bomba F(a)

Cálculo de F(A):
(Del recipiente a la succión de la bomba)

ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE (ft)
Una válvula de exceso de flujo de 32 mm de diámetro	49.00
Una válvula de globo de 32 mm de diámetro	40.00
Un codo de 32 mm de diámetro x 90°	4.00
Una válvula de cierre rápido de 32 mm de diámetro	6.00

Una tee de corrida directa de 32 mm de diámetro	8.00
Un filtro de paso de 32 mm de diámetro	5.00
Longitud de tubería 3.31 m de 32 mm de diámetro x 3.28	10.86
	122.86

Para un gasto de 38 LPM (10.05 GPM) de Gas L.P. líquido circulando por la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro, le corresponde un valor de resistencia al flujo de 0.007 pies de columna de líquido por pie de tubería.

Por lo tanto, el valor de F(a) será:

F(a)= Pérdida de energía por fricción debido al flujo de Gas L.P. líquido en la tubería de succión de la bomba

F(a)= (122.86 ft de tubería)(0.007 ft columna/ft de tubería)
F(a)= 122.86 x 0.0070 = 0.86 ft Col. Líquido

Cálculo de la pérdida de energía por fricción en la tubería de descarga de la bomba hasta el medidor f(b):

Para flujo a manejar por la bomba de 38 LPM (10.05 GPM)

ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE (ft)
Una "T" bifurcación directa de 25 mm de diámetro	10.00
Una "T" corrida directa de 25 mm de diámetro	10.00
Un codo de 25 mm de diámetro x 90°	3.00
Una "T" bifurcación directa de 25 mm de diámetro	10.00
Una válvula de cierre rápido de 25 mm de diámetro	5.00
Longitud de tubería de 3.50 m x 25 mm de diámetro x 3.28	11.48
	49.48

Para un flujo de 38 LPM (10.05 GPM) de Gas L.P. líquido circulando por la tubería de 25 mm (1") de diámetro, se tiene un valor de resistencia al flujo de 0.007 ft de columna de líquido por pie de tubería.

Se calcula el valor de F(b):

F(b)= (49.48 ft) (0.0070 ft columna de líquido/pie de tubería)
F(b)= 49.48 X 0.0070 = 0.35 ft Col. Líquido

Cálculo de la caída de presión en la toma de suministro

Cálculo de la pérdida de energía por fricción en el medidor volumétrico, accesorios de la toma y contra presión del recipiente instalado en el vehículo automotor.

Flujo de Gas L.P. líquido por toma = 38 LPM (10.05 GPM)

ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE (psi)
Un medidor volumétrico de 25 mm de diámetro	9.00
Una válvula pull away de 19 mm de diámetro	1.80
Manguera 8 m de 19 mm de diámetro	4.00
Un reductor de 25 mm a 19 mm	0.07
Una válvula de cierre rápido de 19 mm de diámetro	3.05
Contra presión del tanque	31.10
	49.02

Tenemos que:

1 lb/pulg2=4ft columna de líquido
F(c) = (49.02 lb/pulg2)(4 ft columna de líquido/pulg2)
F(c) = 49.02 X 4 = 196.08 ft Col. Líquido

Pérdida total de energía en el sistema de bombeo
F= F(a) + F(b) + F(c)
F= 0.86 ft columna de líquido + 0.35 ft columna de líquido + 196.08 ft columna de líquido = 197.29
F= 197.29 ft Col. Líquido
F= 197.29 ft columna de líquido (1m/3.28 ft)
F= 60.14 m Col. Líquido

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado del tanque para carburación se considera de 5.27 Kg/cm2, valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo (75 lb/pulg2).

Por lo que se tiene:

DP
= 5.27Kg/cm2 x 10,000
= 99.43 m Col. líquido
P 530 Kg/cm3

Carga de altura:
DX=X2-X1
DX=0.10 m

Cálculo de la potencia de la bomba:
Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba:
W= (DX) + DP/P + (F)

Sustituyendo:

W=0.10 m + 99.43 m + 60.16 m
W= 159.67 m

Potencia de la bomba

Po= W x Q x p
= C.F.
76 X E

Donde:

W= Trabajo mecánico dentro del sistema = 159.67 m Col. Líquido
Q= Gasto total= 38/(60 x 1,000)= 0.0006 m3/segundo
p= Peso específico del gas-líquido= 530 kg/m3
76= Factor de conversión
E= Eficiencia de la bomba= 80%

Sustituyendo:

Potencia= 159.67 x 0.0006 x 530
= 0.84 HP
76 X 0.80

La estación contará con una bomba marca CORKEN, modelo "C-12", con motor eléctrico de 1 HP, por lo que se cumplirán las condiciones operativas, ya que se aplicó un amplio margen con relación a la columna de líquido que tiene que vencer la bomba, en la condición más crítica.

La potencia del motor con que contará cada bomba será de 1 HP que alimentará al medidor.

Retorno de gas líquido

Se indicó que para la protección de la bomba por sobrecargas, se tendrá instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de la misma, calibrada a 5 kg/cm2.

I.1.3 Proyecto Eléctrico

El objetivo de este proyecto es la revisión de un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de la instalación eléctrica de fuerza y alumbrado que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad, versatilidad y de nivel de alumbrado necesarios para su funcionamiento confiable y prolongado y que además cumple con la NOM-001-SEDE-2012.

Dependiendo de la clase y división del área eléctrica, a partir del área de influencia, todos los elementos serán a prueba de explosión y con respecto a la clasificación de áreas eléctricas, éstas cumplen con lo señalado en la tabla siguiente:

TABLA I.9 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS ELÉCTRICAS

Elemento	Clase 1 División 1 (m)	Clase 1 División 2 (m)
Boca de llenado de carburación	1.50	1.50 a 4.50
Descarga de válvula de relevo de presión	1.50	1.50 a 4.50
Toma de carga o descarga de transporte o autotanque	1.50	1.50 a 4.50
Trinchera bajo NPT que en cualquier punto estén en área de división 1	1.50	1.50 a 4.50
Venteo de manguera, medidor rotativo o compresor	1.50	1.50 a 4.50

Elemento	Clase 1 División 1 (m)	Clase 1 División 2 (m)
Bombas o compresores	1.50	1.50 a 4.50
Descarga de válvulas de relevo de compresores	1.50	1.50 a 4.50
Descarga de válvulas de relevo de hidrostático	1.50	1.50 a 4.50

Si en algún elemento considerado como División 2 se ubica dentro de un área de División 1, el equipo utilizado es aceptado por esta última.

- **Demanda total requerida**

La estación dividirá su carga en dos regiones principales:

TABLA I.10 CARGAS EN LAS ÁREAS DE LA ESTACIÓN DE CARBURACIÓN

2A Fuerza para operación de la estación	
Carga en watts Factor de demanda	746.00 w 80% 596.80 w
2B Alumbrado	
Carga en watts Factor de demanda Watts totales	2,000.00 w. 60% 1,200.00 w 1,796.80 W
Factor de potencia KVA máximos	0.90 2.00

- **Capacidad del transformador alimentador**

Tomando en cuenta la demanda máxima de KVA, la cual se alimenta de un transformador con capacidad superior a los 2.00 KVA obtenidos, el cual suministra a toda la estación.

- **Fuente de alimentación**

La alimentación se tomará de la línea de alta tensión de CFE que pasa a un costado de la calle de acceso con una tensión de 30 kV, de la que se tomará una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles, 1 F , 30 kV, y con un juego de tres apartarrayos, auto valvulares 1F, 30 kV, llevando la línea hasta el límite de la Estación mediante postes de concreto PCR-11C-500 equipados con estructuras "T", rematando en un poste PCR-11C-700 en el cual estará instalado mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 30 kV, y apartarrayos auto valvulares

30 kV, protegiendo la salida de B. T. con interruptor termo magnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3 R previa medición, ambos instalados en la parte superior del poste, llevando la acometida a la Estación por trayectoria aérea.

- **Proyecto interior**

Tablero principal:

Se contará con un tablero principal localizado por el lindero oeste del terreno de la estación. Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y contiene los siguientes componentes:

Tablero Principal QO-12 40A

Un interruptor de 220 Volts, 100 Amperes, 2 Fases.

El sistema eléctrico estará constituido por 8 circuitos, los que a continuación se describen:

TABLA I.11 SISTEMA ELÉCTRICO

Circuito	Equipo	Motor C.F.	Calibre N°	N° hilos	Tubería conduit pared gruesa
1	Bomba con motor de 1 HP	1	10	2	25 mm
2	Tarjeta UDS	-	14	2	19 mm
3	Alumbrado Z. de Almacén y Suministro	-	12	2	19 mm
4	Alumbrado Oficina, sanitario, tablero eléctrico	-	12	2	19 mm
5	Contactos oficina	-	10	2	25 mm
6	Alarma sonora	-	12	2	19 mm
7	Reflector	-	10	2	25 mm
8	Reflector	-	10	2	25 mm

Desviaciones hacia motor:

La derivación de alimentación hacia el motor partirá directamente desde el arrancador colocado en el tablero principal. Cada circuito realiza su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

Tipo de motor:

El motor estará instalado en el área considerada como Clase 1 División 1 y por lo tanto, es a prueba de explosión.

Control del motor:

El motor se controlará por medio de un circuito eléctrico ubicado en el mismo medidor. El conductor de este circuito será llevado hasta el arrancador contenido en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas independientes.

Alumbrado exterior:

El alumbrado general estará instalado con postes con lámparas EVA de 160 watts con unidades a prueba de explosión, de luz mixta, aditivos metálicos en el área de la zona de almacenamiento y suministro.

- **Áreas peligrosas**

De acuerdo con las disposiciones correspondientes, se considerarán áreas peligrosas a las superficies contenidas junto a los recipientes de almacenamiento y las zonas de trasiego de Gas L.P., con respecto a su clase y división, se considera una distancia horizontal de 4.50 m radial a partir del mismo.

Por lo anterior, en estos espacios se usarán solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes.

Todos los elementos del sistema eléctrico, en las zonas de almacenamiento y trasiego y las que se encontrarán instalados en un radio no menor de 4.50 m según su clase y división como mínimo de dichas zonas, serán a prueba de explosión.

- **Sistema general de conexiones a "tierra"**

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

En el plano correspondiente PRO-EL-01 se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas Copperweld. En el cálculo se supone que la máxima resistencia a la tierra no rebasa 1 Ω.

Los equipos que serán conectados a "tierra" son: tanque de almacenamiento, bomba, tuberías, tomas de suministro (carburación) y tablero eléctrico.

ANEXO I.5 PLANO PRO-EL-01

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La estación de carburación de gas LP de "Gas del Atlántico, S.A. de C.V.", es una instalación donde se llevará a cabo la carburación para servicio al público. El gas LP es único entre los combustibles comúnmente usados, debido a que bajo presiones moderadas y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a una temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

El objetivo principal de la estación de carburación de gas LP de "Gas del Atlántico, S.A. de C.V.", es mejorar el servicio y suministro del energético en la zona, así como de municipios aledaños.

La estación de carburación es un sistema fijo y permanente, que mediante instalaciones apropiadas permite el trasiego y manejo seguro del gas. Su operación es relativamente sencilla, ya que las operaciones que se llevan a cabo son únicamente la recepción del gas, almacenamiento y suministro de carburación, por lo que no existen procesos de transformación de materias primas, productos o subproductos, ya que el gas LP sólo se transfiere de recipiente a otro.

La descripción de la estación de carburación de gas LP consiste en una unidad integral con tanques de almacenamiento, tomas de recepción, suministro y muelle de llenado.

I.2.1 Materias primas

En este punto no se consideran materias primas, ya que la Estación de Gas LP para carburación, no realiza ninguna producción. El insumo que se maneja corresponde al gas LP, y cuyo propósito es el de comercializarlos al público en general.

I.2.2 Insumos

El insumo es el gas LP que estará almacenado para su comercialización, detallado a continuación en la tabla I.12.

TABLA I.12. INSUMOS MANEJADOS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	CANTIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Gas Licuado de Petróleo	9,826 L (2 tanques de 4,913 L c/u)	Recipiente tipo intemperie cilíndrica-horizontal

I.2.3 Hojas de seguridad

El principal y único material es el gas licuado de petróleo o gas LP, el cual es un combustible derivado del petróleo, principalmente compuesto de butano y propano. Se produce en estado gaseoso, pero se transforma a estado líquido a través de compresión y enfriamiento (por lo cual se le dice licuado), con la finalidad de manejarlo en mayor cantidad.

ANEXO I.6 HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD

I.2.4 Almacenamiento

Los recipientes de almacenamiento serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011. La distancia del fondo del recipiente horizontal tipo intemperie de 4,913 L de agua al 100% al piso terminado de la zona de almacenamiento será de 1.00 m. Esta estación se abastecerá con dos tanques de 4,913 L al 100% agua, cada uno y será llenado a través de auto tanques. Las características de los tanques se encuentran en la tabla I.4 del presente capítulo.

I.2.5 Equipos de proceso y auxiliares

Las características de los equipos se encuentran descritas en la sección **I.1.2 Proyecto Mecánico** del presente capítulo, donde describen las características de la bomba a utilizar, el medidor de volumen, las tuberías y accesorios y la toma de suministro.

I.3 Condiciones de operación

I.3.1 Balance de materia

No procede el balance de materia en esta instalación, ya que solamente se efectúa el almacenamiento y trasiego de gas LP, sin que existan reacciones dentro del proceso.

I.3.2 Temperaturas y presiones de diseño y operación

Las temperaturas y presiones de diseño y operación se especifican en la memoria técnico-descriptiva de la estación de carburación, propiedad de la empresa "Gas del Atlántico, S.A. de C.V."

ANEXO I.7 MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

I.3.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso

El gas licuado de petróleo a granel se almacena y se transporta en estado líquido a presión, generalmente en tanques de almacenamiento o en su caso en auto-tanques. Por lo que las corrientes del proceso se manejarán en estado líquido a presión.

I.3.4 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o lotes)

El régimen operativo se efectúa de manera continua cuando se realiza el trasiego de gas LP.

I.3.5 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente

En el plano del proyecto mecánico se detalla el diagrama de la tubería e instrumentación con la que contará la estación de carburación de gas LP, y se encuentra en el anexo I.3.

I.4 Análisis y evaluación de riesgos

De acuerdo a las características del sistema descrito anteriormente se procede a realizar el análisis y evaluación de los riesgos del sistema, mismo que se describen en los siguientes puntos.

I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

En este apartado se describen algunos de los accidentes, así como la gravedad y consecuencias que puede provocar el gas LP, algunos de los que se pudieran suscitar podrían ser incendio y/o explosión de acuerdo a su magnitud.

A nivel nacional, se encontraron algunos resultados los cuales fueron obtenidos del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias, en donde se identifica que los hidrocarburos que constituyen una mayor frecuencia son el Petróleo Crudo, Gasolina, Diesel, Combustóleo, Gas Natural y Gas LP los cuales representan el 69.8% del total de las emergencias ambientales las cuales podemos observar en la tabla I.13.

TABLA I.13. SUSTANCIAS QUÍMICAS INVOLUCRADAS EN LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1996-2002)

Nombre de la sustancia	%
Petróleo Crudo	42.08
Gasolinas	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido sulfúrico	2.26
Solventes Orgánicos	1.09
Subtotal	77.29
Otras sustancias	27.71
Total	100

FUENTE: CENTRO DE ORIENTACIÓN PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS (COATEA)/PROFEPA

De acuerdo a la tabla anterior el gas LP, con un porcentaje del 3.19% ocupa el sexto lugar en las sustancias químicas involucradas en emergencias ambientales.
La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo-Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales; cuenta con una base de datos de los accidentes ocurridos en diversas etapas del ciclo de vida del Gas LP, incluye tanto los ocurridos durante el transporte como durante su empleo en instalaciones de los usuarios. Contiene, entre otros, los siguientes registros de 2001-2009:

TABLA I.14. INCIDENTES REGISTRADOS EN LA SENER DE 2001-2009

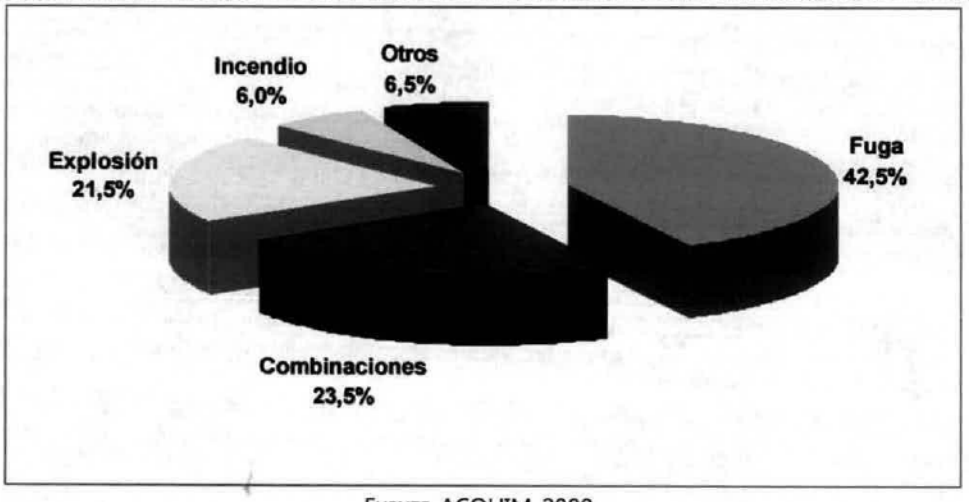
Accidente	Número de sucesos
INCIDENTES REGISTRADOS	223
Durante transporte	56
Choques	18
Volcaduras	30
Fugas	2
Flamazos	2
Incendios	2
Explosiones	2
Auto tanque pipa	43
Casos 2002	1
Casos 2003	1

Casos 2005	7
Casos 2006	11
Casos 2007	9
Casos 2008	27

FUENTE: DIRECCIÓN DE ENLACE, ESTADÍSTICA Y ASUNTOS ESPECIALES. SENER. 2010

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED -SEGOB. Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera: En la figura se presentan los porcentajes del tipo de accidente en fuentes fijas. Más del 40% está representada por fugas seguida por explosiones con 21.5%.

FIGURA I.1 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE TIPO DE EVENTOS DONDE SE INVOLUCRA EL GAS LP



FUENTE. ACQUIM, 2000.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Inicialmente se realizó una revisión de los planos y el proyecto ejecutivo correspondiente a la "Estación de gas LP para carburación", la cual fue realizada mediante la aplicación de listas de verificación, orientadas a detectar los posibles riesgos dentro de la instalación, estas listas de verificación fueron elaboradas para cada etapa, como son operatividad y mantenimiento.

Las Listas de Verificación (Check List), es un método de análisis de riesgos de comparación de materiales, equipos, con datos y códigos establecidos por la experiencia. Aun cuando puede elaborarse una lista de verificación general para toda la planta, esto no se recomienda por lo complejo de su estructura y aplicación, recomendándose hacerlas por campo de aplicación (auditorias, riesgos, diseño, operación, puesta en servicio, etc.).
La ejecución del análisis de riesgos mediante listas de verificación, consta de las siguientes etapas:

- Definición de objetivos y alcance.
- Selección del grupo de trabajo.
- Preparación previa del análisis.
- Ejecución del análisis.
- Registro de resultados

ANEXO I.8 LISTAS DE VERIFICACIÓN

Una vez recolectada toda la información necesaria de la instalación que conforma la estación de carburación, como son planos, programas de operación y mantenimiento, diagramas de tuberías e instrumentación se procedió a realizar el estudio de HazOp.

El análisis HazOp (Hazard and Operability Study), consiste en el llenado de una tabla; la cual contiene un número de "palabras guía" para ayudar al análisis. Las palabras guías usadas como referencia, son algo similares a las pérdidas de función de subsistemas o sistemas; un análisis primeramente deductivo, se realiza para inventariar todos los probables nodos de falla de componentes que tienen efectos correspondientes a las palabras guías. Posteriormente, se aplica un análisis estrictamente inductivo a estos componentes, para identificar todos los efectos de sus nodos de falla.

La metodología se resume como sigue:

- Selección del nodo de estudio
- Descripción del nodo de estudio

- Aplicación de las palabras guías y parámetros

Esta técnica forma parte del Análisis de Seguridad de los Procesos Industriales y tiene como objetivo fundamental establecer medios de detección y previsión de accidentes durante la operación normal de las unidades de proceso productivas o de servicio.

El método tiene su ámbito de aplicación desde la fase del proyecto e inclusive en su vida operativa, principalmente para corregir anomalías del diseño conceptual o para prevenir omisiones en la operación y buena marcha en la actividad productiva. La aplicación del Análisis de Operabilidad tiene como objetivo localizar la perspectiva de ocurrencia de un accidente en el manejo de las sustancias químicas y establecer una revisión sistemática de la instalación para llegar a modificar el proceso, servicio, diseño, prácticas y aún los criterios de seguridad de las instalaciones bajo revisión.

El área de estudio se revisa bajo la premisa de la viabilidad de ocurrencia con absoluta independencia de las buenas prácticas y los buenos resultados de la industria, ya que las estadísticas de eventos de riesgo han invadido los historiales de empresas consideradas líderes en la seguridad y operabilidad industrial, la técnica permite detectar y evaluar riesgos potenciales que sean la causa de fugas, derrames o dispersión de materiales que resultasen en incidentes o accidentes que se reflejen en daños al personal de planta, al ambiente, a la población civil y los costos económicos derivados de las pérdidas físicas y operativas.

La técnica del Análisis de Operabilidad emplea una serie de Palabras Guía utilizadas para calificar o definir las desviaciones de las condiciones ordinarias del trabajo operativo. Dichas palabras son:

No	Negación de la actividad operativa.
Mas	Considera una variable en exceso a su condición habitual.
Menos	Considera una variable menor al valor nominal esperado.
Además de	Existen sustancias adicionales a las especificadas.

Previamente debemos identificar las VARIABLES OPERATIVAS que describen físicamente el comportamiento de la operación en cuánto a flujo, presión o temperatura.

DESVIACION: Modificación de la variable o parámetro de su comportamiento normal.

NODOS: Secciones de equipo de proceso o de tubería, válvulas de paso, válvulas de seguridad e instrumentos que actúan como contenedores de la sustancia y en donde puede ocurrir incidentes o accidentes como una función de sus condiciones físicas u operativas anormales.

La combinación de palabra guía y parámetros se aplican a la identificación de causas, estimación de consecuencias, y recomendaciones necesarias para solventar alguna anormalidad.

ANEXO I.9 HAZOP GAS LP

Jerarquización de riesgos identificados

Para la metodología de la jerarquización de los análisis de riesgos identificados mediante la aplicación de las técnicas de evaluación cualitativas, Listas de verificación y HazOp, se plantea el uso de una técnica semicuantitativa de riesgo llamada Matriz de jerarquización de Riesgos (CCPs, 1995).

La Matriz de Jerarquización de Riesgo, relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación), y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la severidad (Tabla I.15), permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables, tanto a la salud como a la economía de la instalación.
Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia de un incidente (Tabla I.16), depende directamente del nivel de protección del equipo, así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

TABLA I.15. ÍNDICE DE SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS

Categoría	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófico	Fatalidad / daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD $ 1,000,000.00
3	Severa	Heridas múltiples / daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD $ 100,000.00 y USD $ 1,000,000.00
2	Moderada	Heridas ligeras / daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre USD $ 10,000.00 y USD $ 100,000.00
1	Ligera	No hay heridas / daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a USD $ 10,000.00

FUENTE: JBF ASSOCIATES, INC., KNOXVILLE, TN. (CCPS, 1995).

TABLA I.16. ÍNDICE DE FRECUENCIA DEL ESCENARIO

Categoría	Frecuencia	Descripción
4	Frecuente	Se espera que ocurra más de una vez por año
3	Poco Frecuente	Se espera que ocurra más de una vez durante el tiempo de vida de la instalación
2	Raro	Se espera que ocurra NO más de una vez en la vida de la instalación
1	Extremadamente raro	No se espera que ocurra durante el tiempo de vida de la instalación

FUENTE: JBF ASSOCIATES, INC., KNOXVILLE, TN. (CCPS, 1995)

La matriz de Jerarquización de riesgos resultante se muestra en la Tabla I.17.

TABLA I.17. MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGO

Índice ponderado de riesgo			Consecuencia			
			LIGERO	MODERADO	SEVERO	CATASTRÓFICO
			1	2	3	4
Frecuencia	FRECUENTE	4	IV	II	I	I
	POCO FRECUENTE	3	IV	III	II	I
	RARO	2	IV	IV	III	II
	EXTREMADAMENTE RARO	1	IV	IV	IV	III

FUENTE: JBF ASSOCIATES, INC., KNOXVILLE, TN. (CCPS, 1995).

Finalmente, el índice ponderado de riesgo, Tabla I.18, nos permite jerarquizar las áreas de proceso que requieren de acciones correctivas urgentes o bien, interpretar el riesgo asociado de la instalación con sus posibles efectos.

TABLA I.18. ÍNDICE DE RIESGO

Categoría	Riesgo	Descripción
IV	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
III	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta.
II	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses.
I	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar en un período de 3 a 6 meses.

FUENTE: JBF ASSOCIATES, INC., KNOXVILLE, TN. (CCPS, 1995).

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos HazOp. Donde se le asignó una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia, tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación, de esta manera se pudieron identificar las situaciones que presentan mayor índice de riesgo. La matriz de jerarquización de riesgos se presenta en el anexo I.9.

Anexo I.10 Matriz De Jerarquización De Riesgos Gas LP

El índice ponderado de riesgo, se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias.

De esta Matriz de Jerarquización se extrae una resultante que se observa en la Tabla I.21, donde se especifican los resultados para los eventos identificados en el HazOp.

El evento de mayor probabilidad y riesgo, es el que está clasificado con un nivel de riesgo III, el cual es el evento que se modelará para la obtención de los radios de afectación. Los escenarios similares obtenidos en la matriz HazOp, se conjuntaron en un sólo escenario para evitar la repetitividad.

TABLA I.19. RESUMEN DE EVENTOS IDENTIFICADOS PARA GAS LP

Clave	Desviación	Nodo o etapa	Posibles causas	Probabilidad		
				Frecuencia	Consecuencia	Riesgo
TDA1_07	Menos presión	Tanque de almacenamiento 1	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo.	1	4	III
TDA2_07	Menos presión	Tanque de almacenamiento 2	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo.	1	4	III

Los escenarios esperados para las modelaciones del Gas LP almacenado en la Estación de Carburación, se describen en la tabla I.20 que a continuación se presenta.

TABLA I.20 ESCENARIOS MODELADOS

Situación	Incidente esperado	No. de Identificación
ESCENARIO 1. **FUGA DE GAS LP POR FALLA EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1**		
Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo, en la Estación de Carburación "Gas del Atlántico, S.A. de C.V."	Explosión	TDA1_07E
Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo, en la Estación de Carburación "Gas del Atlántico, S.A. de C.V."	Incendio	TDA1_07I
ESCENARIO 2. **FUGA DE GAS LP POR FALLA EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2**		
Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo, en la Estación de Carburación "Gas del Atlántico, S.A. de C.V."	Explosión	TDA2_07E
Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo, en la Estación de Carburación "Gas del Atlántico, S.A. de C.V."	Incendio	TDA2_07I

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1. Radios potenciales de afectación

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó el programa de simulación ALOHA; desarrollados por la *Environmental Protection Agency* (EPA, por sus siglas en inglés).

Los eventos modelados en cada escenario fueron para fugas en los tanques de almacenamiento por incendio y explosión.

TABLA II.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD

Concepto	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (sobrepresión)
Zona de alto riesgo	5KW/m^2 1,500 BTU/Pie^2	1.0 Lb/plg^2
Zona de amortiguamiento	1.4 KW/m^2 o 440 BTU/Pie^2	0.5 Lb/plg^2

En modelaciones por inflamabilidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base a la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 15 m/s.

Por otra parte para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

La zona de seguridad se define entonces a partir de la distancia a la cual se tienen valores de radiación térmica por debajo de los 1.74 KW/m^2 durante 40 segundos; y la zona de daños a la distancia afectada, por nivel de radiación térmica de 1.4 KW/m^2. Para definir las zonas de seguridad se considera el daño probable que puede generar el riesgo, determinando las distancias de afectación y señalando de esta forma las áreas, las seguras, de acuerdo a las siguientes consideraciones.

TABLA II.2 CRITERIOS PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE LA RADIACIÓN TÉRMICA

INTENSIDAD KW/M^2	EFECTOS OBSERVADOS
35.3	RADIACIÓN SUFICIENTE PARA CAUSAR DAÑOS AL EQUIPO DE PROCESO
25.0	ENERGÍA MÍNIMA REQUERIDA PARA INCENDIAR LA MADERA SIN FUENTE DIRECTA DE IGNICIÓN
12.5	ENERGÍA REQUERIDA PARA INCENDIAR LA MADERA CON FUENTE DE IGNICIÓN DIRECTA
9.5	DAÑO MÍNIMO DE PIEL EXPUESTA HASTA 8 SEGUNDOS. QUEMADURAS DE 2° GRADO DESPUÉS DE 20 SEGUNDOS DE EXPOSICIÓN.
4.0	ESTE NIVEL DE RADIACIÓN TÉRMICA ES SUFICIENTE PARA CAUSAR DAÑO AL PERSONAL SI NO SE PROTEGE EN 20 SEGUNDOS, SE PUEDEN SUFRIR QUEMADURAS HASTA DE 2° GRADO SI NO HAY PROTECCIÓN ADECUADA. LETALIDAD 0%.
1.60	RADIACIÓN MÁXIMA A LA QUE SE PUEDE COMETER AL SER HUMANO SIN DAÑOS DEBIDOS A EXPOSICIONES PROLONGADAS

Para el caso de suceder una explosión por nubes de vapor no confinado, se tomaron en consideración los valores de sobrepresión que pueden ocasionar las ondas de choque, considerando la zona de alto riesgo 1.0 psi, la cual ocasiona daños hasta del 99% de la población expuesta; y para el caso de la zona de amortiguamiento se tomó en consideración el valor de 0.5-0.3 psi, que es el valor al cual se considera a distancia "segura" con probabilidad del 95% de que no ocurran serios daños a partir de este valor.

Para definir las zonas de seguridad se considera el daño probable que puede generar el riesgo, determinando las distancias de afectación y señalando de esta forma las áreas más seguras, de acuerdo a las siguientes consideraciones.

TABLA II.3 CRITERIOS PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE LA SOBREPRESIÓN

PRESIÓN (PSI)	EFECTO
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrios grandes que están bajo tensión.
0.1	Ruptura de ventanas pequeñas que están bajo tensión
0.5-1.0	"Distancia segura" (probabilidad de 0.95 de que no ocurran daños serios a partir de este valor); límite de proyectiles; algunos daños a techos de casas, ruptura 10% de ventanas de vidrio.
1.0	Ventanas grandes y pequeñas normalmente estrelladas, daño ocasional a marcos de ventanas.
2.0	Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables.
3.0	Colapso parcial de techos y paredes de casas.
4.0	Poco daño a maquinaria pesada (3,000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos.

PRESIÓN (PSI)	EFECTO
5.0	Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros.
7.0	Los postes de madera se rompen súbitamente, prensas hidráulicas altas (40,000 lb) en edificios son ligeramente dañadas.
9.0	Volcadura de vagones de ferrocarril cargados.
10.0	Demolición total de vagones de ferrocarril cargados.
300	Probable destrucción total de edificios, desplazamiento y daño fuerte a maquinaria pesada (7,000 lb), la maquinaria muy pesada (12,000 lb) sobrevive.

Posteriormente, se realizó la modelación de los radios de afectación con el programa ALOHA, para determinar el alcance en caso de un accidente con los combustibles que se manejarán en la Estación de Carburación "Gas del Atlántico, S.A. de C.V." para los eventos resultantes en la matriz de jerarquización.

ANEXO II.1 MODELACIÓN DE RADIOS DE AFECTACIÓN GAS LP INCENDIO Y EXPLOSIÓN

A continuación se muestra en la tabla II.4, los criterios que se utilizaron para la realización de los cálculos en los modelos matemáticos.

TABLA II.4. CRITERIOS PARA LA MODELACIÓN DE ESCENARIO

SUSTANCIA: GAS LP	
Peso Molecular	44.10 g/mol
Punto de ebullición	-42.2 °C
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
Temperatura Ambiente	21 °C
Humedad relativa	75%
Capacidad almacenamiento tanque	4,913 L
Longitud del tanque	4.7 m
Diámetro del tanque	1.1 m
Velocidad Media del viento	1.5 m/s

El programa ALOHA utiliza modelos matemáticos para integrar, evaluar y finalmente proporcionar la información necesaria, en donde se determinan las distancias simulaciones de afectación, en caso de presentarse un incendio o

explosión con gas LP. Además, se tomaron los parámetros físico-químicos con los cuales cuenta ya determinados el programa para el caso de gas LP.

A continuación se describen los parámetros utilizados para la estimación de consecuencias en caso de incendio Gas LP para cada evento que considera un riesgo.

TABLA II.5. ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PARA ESCENARIO TDA1_07I

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA			
PLANTA :	Estación de Carburación de Gas LP	**LOCALIZACION :**	La Perla, Veracruz
UNIDAD/AREA :	Tanque de Almacenamiento 1		
DESCRIPCION DEL RIESGO :	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo		
No. DE RIESGO :	TDA1_07I		
DATOS FISICO QUIMICOS :			
NOMBRE :	GAS LP	**AEGL-1**	5500 ppm
CONCENTRACIÓN DE SATURACIÓN DE AMBIENTE	100%	**AEGL-2**	17000 ppm
PRESIÓN DE VAPOR A TEMPERATURA AMBIENTE	> 1 atm	**AEGL-3**	33000 ppm
PUNTO DE EBULLICION :	-42.2 °C	**PESO MOLECULAR :**	44.10 g/mol
RESUMEN DE RESULTADOS DE SIMULACION DE ACCIDENTES POR INCENDIO TIPO JET-FIRE			
DIAMETRO DE FUGA	19 mm	**Tasa Emisión**	114 kg/min
TEMPERATURA INTERES	21 °C	**Zona de alto riesgo (5 Kw/m^2):**	16 m
DURACIÓN DE COMBUSTIÓN	23 minutos	**Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2)**	30 m

TABLA II.6. ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PARA ESCENARIO TDA2_07I

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA			
PLANTA :	Estación de Carburación de Gas LP	**LOCALIZACION :**	La Perla, Veracruz

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA				
UNIDAD/AREA :	Tanque de Almacenamiento 2			
DESCRIPCION DEL RIESGO :	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo			
No. DE RIESGO :	TDA2_07I			
DATOS FISICO QUIMICOS :				
NOMBRE :	GAS LP	**AEGL-1**	5500 ppm	
CONCENTRACIÓN DE SATURACIÓN DE AMBIENTE	100%	**AEGL-2**	17000 ppm	
PRESIÓN DE VAPOR A TEMPERATURA AMBIENTE	> 1 atm	**AEGL-3**	33000 ppm	
PUNTO DE EBULLICION :	-42.2 °C	**PESO MOLECULAR :**	44.10 g/mol	
RESUMEN DE RESULTADOS DE SIMULACION DE ACCIDENTES POR INCENDIO TIPO JET-FIRE				
DIAMETRO DE FUGA	19 mm	**Tasa Emisión**	114 kg/min	
TEMPERATURA INTERES	21 °C	**Zona de alto riesgo (5 Kw/m^2):**	16 m	
DURACIÓN DE COMBUSTIÓN	23 minutos	**Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2)**	30 m	

En las siguientes tablas se muestran los parámetros utilizados para la estimación de consecuencias en caso de explosión por Gas LP para cada evento considerado como riesgoso.

TABLA II.7. ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PARA ESCENARIO TDA1_07E

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA				
PLANTA :	Estación de Carburación de Gas LP	**LOCALIZACION :**	La Perla, Veracruz	
UNIDAD/AREA :	Tanque de Almacenamiento 1			
DESCRIPCION DEL RIESGO :	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo			
No. DE RIESGO :	TDA1_07E			
DATOS FISICO QUIMICOS :				
NOMBRE :	GAS LP	**AEGL-1**	5500 ppm	
CONCENTRACIÓN DE	100%	**AEGL-2**	17000 ppm	

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA			
SATURACIÓN DE AMBIENTE			
PRESIÓN DE VAPOR A TEMPERATURA AMBIENTE	> 1 atm	**AEGL-3**	33000 ppm
PUNTO DE EBULLICION :	-42.2 °C	**PESO MOLECULAR :**	44.10 g/mol
RESUMEN DE RESULTADOS DE SIMULACION DE ACCIDENTES POR SOBREPRESIÓN DE EXPLOSIÓN DE NUBE DE VAPOR			
TASA DESCARGA	111 kg/min	**CANTIDAD TOTAL EMITIDA**	1,736 kg
TEMPERATURA INTERES	21 °C	**Zona de alto riesgo (1.0 psi):**	35 m
DURACIÓN DE COMBUSTIÓN	18 min	**Zona de amortiguamiento (0.5 psi)**	41 m

TABLA II.8. ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PARA ESCENARIO TDA2_07E

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA			
PLANTA :	Estación de Carburación de Gas LP	**LOCALIZACION :**	La Perla, Veracruz
UNIDAD/AREA :	Tanque de Almacenamiento 2		
DESCRIPCION DEL RIESGO :	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo		
No. DE RIESGO :	TDA2_07E		
DATOS FISICO QUIMICOS :			
NOMBRE :	GAS LP	**AEGL-1**	5500 ppm
CONCENTRACIÓN DE SATURACIÓN DE AMBIENTE	100%	**AEGL-2**	17000 ppm
PRESIÓN DE VAPOR A TEMPERATURA AMBIENTE	> 1 atm	**AEGL-3**	33000 ppm
PUNTO DE EBULLICION :	-42.2 °C	**PESO MOLECULAR :**	44.10 g/mol
RESUMEN DE RESULTADOS DE SIMULACION DE ACCIDENTES POR SOBREPRESIÓN DE EXPLOSIÓN DE NUBE DE VAPOR			
TASA DESCARGA	111 kg/min	**CANTIDAD TOTAL EMITIDA**	1,736 kg
TEMPERATURA INTERES	21 °C	**Zona de alto riesgo (1.0 psi):**	35 m

ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS PROGRAMA ALOHA			
23	18 min	**Zona de amortiguamiento (0.5 psi)**	41 m

Los resultados obtenidos de las simulaciones, se muestran a continuación.

TABLA II.9. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

No.	Escenario	Diám. de fuga	Incendio Radios de afectación (m)		Explosión Radios de afectación (m)	
		mm	Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento
1 y 2	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo (tanque 1 y 2)	19	16	30	35	41

Zonas de alto riesgo y amortiguamiento

A continuación se muestran los radios potenciales de afectación obtenidos para el escenario de una fuga de gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo, para ambos tanques de almacenamiento, para los casos de incendio y explosión. Todos los radios de afectación obtenidos, se presentan en los **Anexo II.2 y 3**.

ANEXO II.2 MAPA RADIOS POR INCENDIO

ANEXO II.3 MAPA RADIOS POR EXPLOSIÓN

FIGURA II.1. MAPA DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR INCENDIO PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1

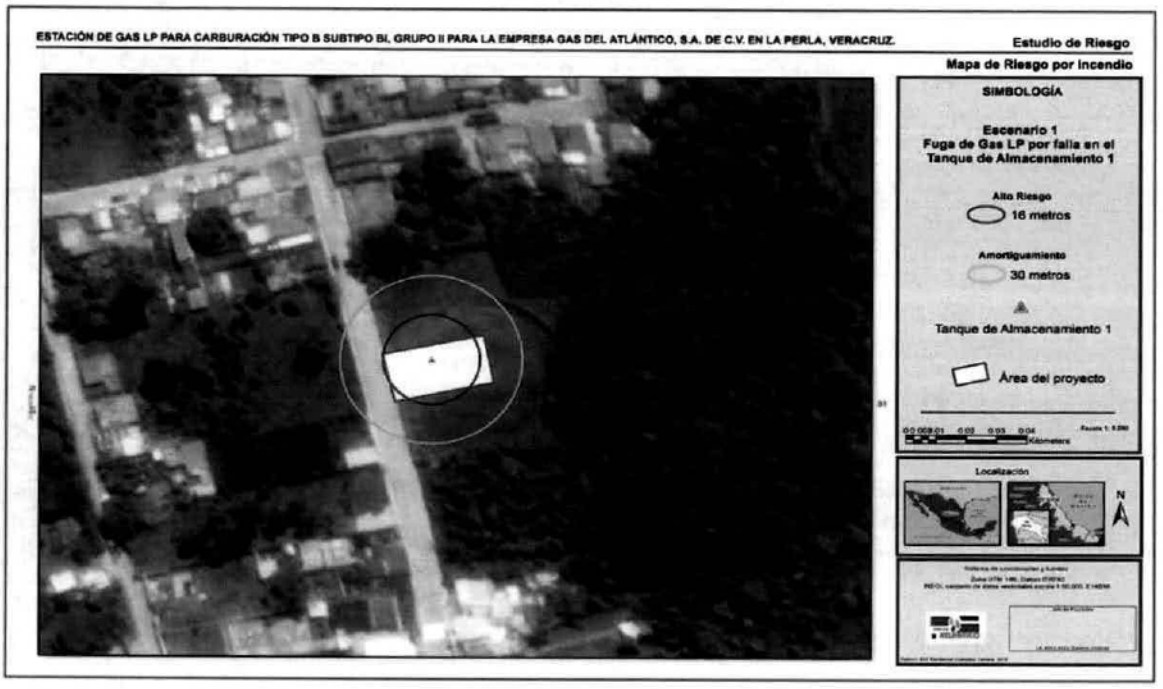


FIGURA II.2. MAPA DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIÓN PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1

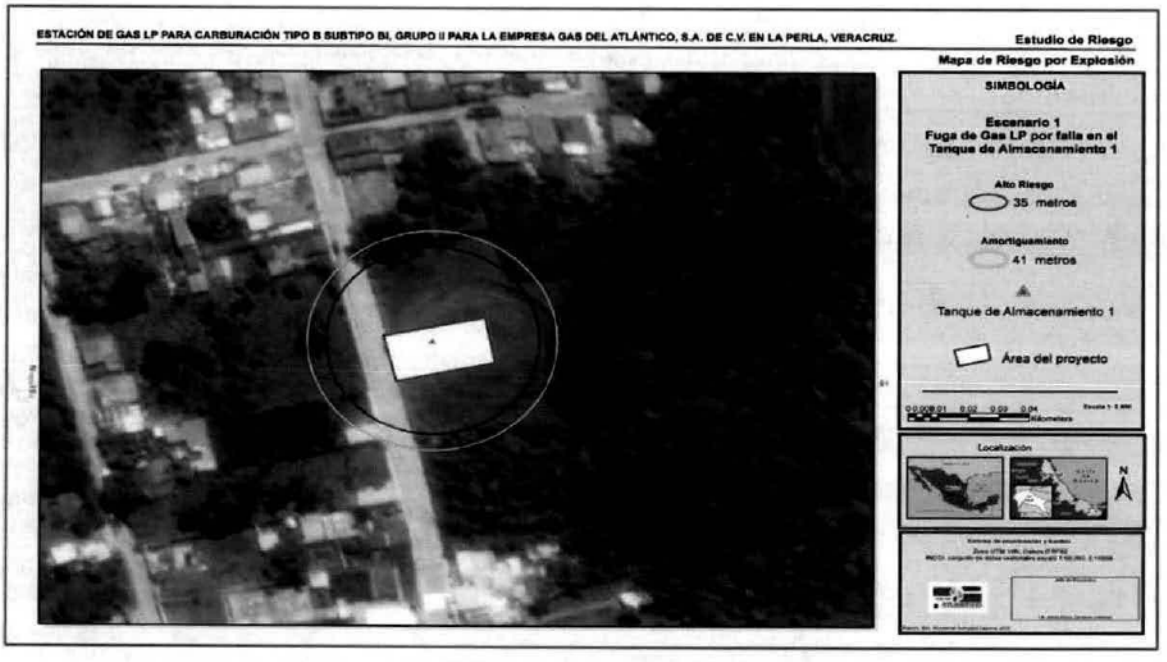


FIGURA II.3. MAPA DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR INCENDIO PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2

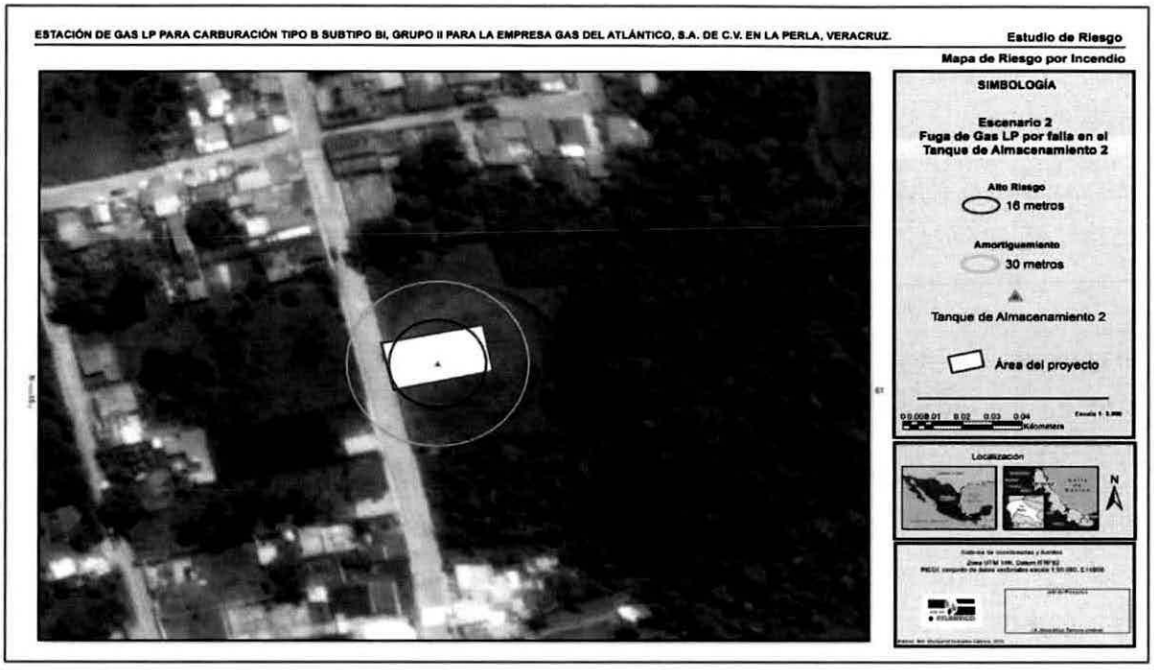
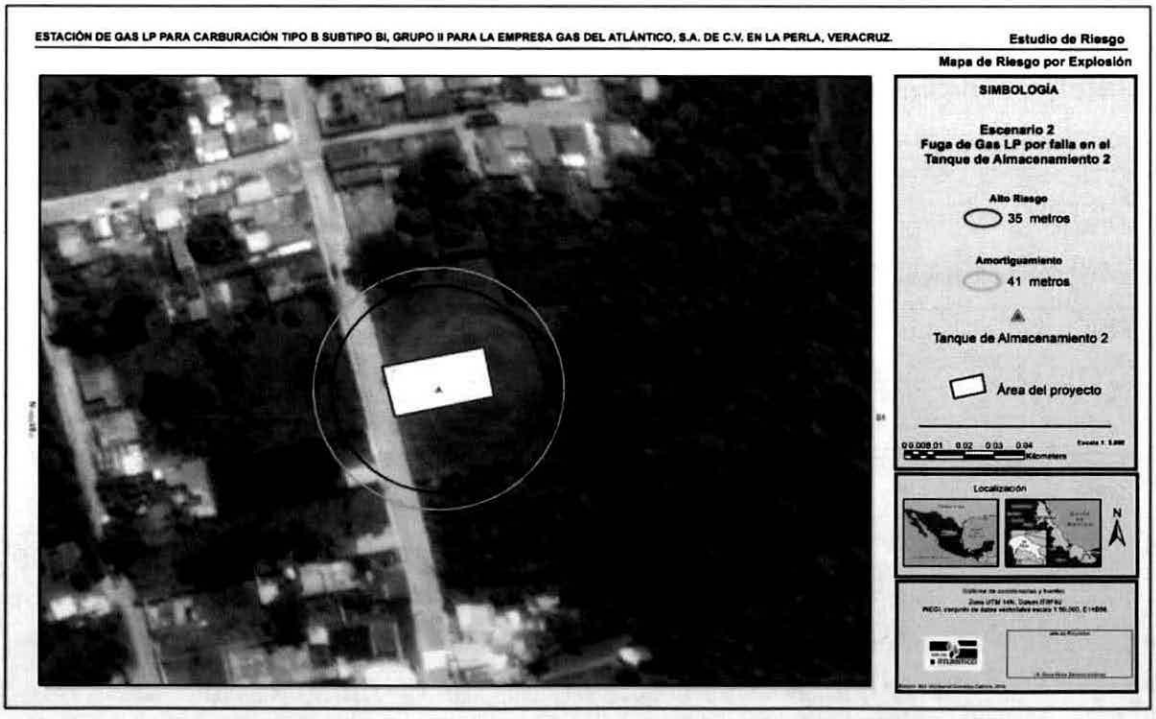


FIGURA II.4. MAPA DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIÓN PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2



II.2 Interacciones de riesgo

De acuerdo con los radios potenciales de afectación obtenidos; se realizaron los mapas donde se identifican las zonas de alto riesgo, para determinar las posibles interacciones de los eventos modelados.

Como ambos tanques tienen la misma capacidad de almacenamiento y la misma sustancia, sólo se modela un escenario, el cual se describe a continuación las posibles interacciones de riesgo:

Escenario 1. Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo

La zona de alto riesgo en caso de presentarse un **incendio** por gas LP, tiene un radio de afectación de 16 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, las oficinas, el patio de maniobras; así como parte de los terrenos aledaños al área de estudio. La zona de amortiguamiento corresponde a un radio de 30 m.

Para el caso de una **explosión** por gas LP, la zona de alto riesgo corresponde a 35 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, el área de carburación, las oficinas, el área de maniobras de los vehículos; así como los terrenos aledaños al área de estudio, y la carretera que se encuentra contigua al proyecto. La zona de amortiguamiento corresponde a 41 m.

Es importante mencionar que los radios de afectación no consideran las medidas de seguridad previstas para la estación de carburación, lo que minimiza el nivel de riesgo. Tomado en cuenta lo anterior se considera que existe un riesgo por la actividad de manejo de gas LP, aunque cabe resaltar que en las colindancias de la estación de carburación, salvo la carretera contigua al proyecto, actualmente no existen construcciones o áreas vulnerables de ningún tipo.

Cabe señalar que los resultados para el escenario antes descrito se debe analizar con la reserva que merece cualquier simulación a través de un software, ya que, entre otros aspectos, no considera las medidas de seguridad del proyecto, tales como válvulas de seguridad, válvulas de alivio, sistema contra incendio, entre otros, lo que disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

Si bien existe la probabilidad de que ocurra un evento de riesgo, es importante señalar que la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V., busca garantizar la seguridad para su instalación y su entorno; por tal motivo, para la construcción y operación de la estación de carburación, se implementarán las medidas de seguridad y las medidas preventivas descritas a detalle en el capítulo V del presente estudio, como programas de mantenimiento, programas de inspección periódica, conformación de Unidad Interna de Protección Civil, procedimientos de emergencia y capacitación, sistema contra incendio, y pruebas al sistema de la estación.

II.3 Efectos sobre el sistema ambiental

El área de estudio para la construcción del proyecto Estación de Carburación para la empresa "Gas del Atlántico, S.A. de C.V.", se localiza en la zona urbana-rural del municipio de La Perla, en el estado de Veracruz.

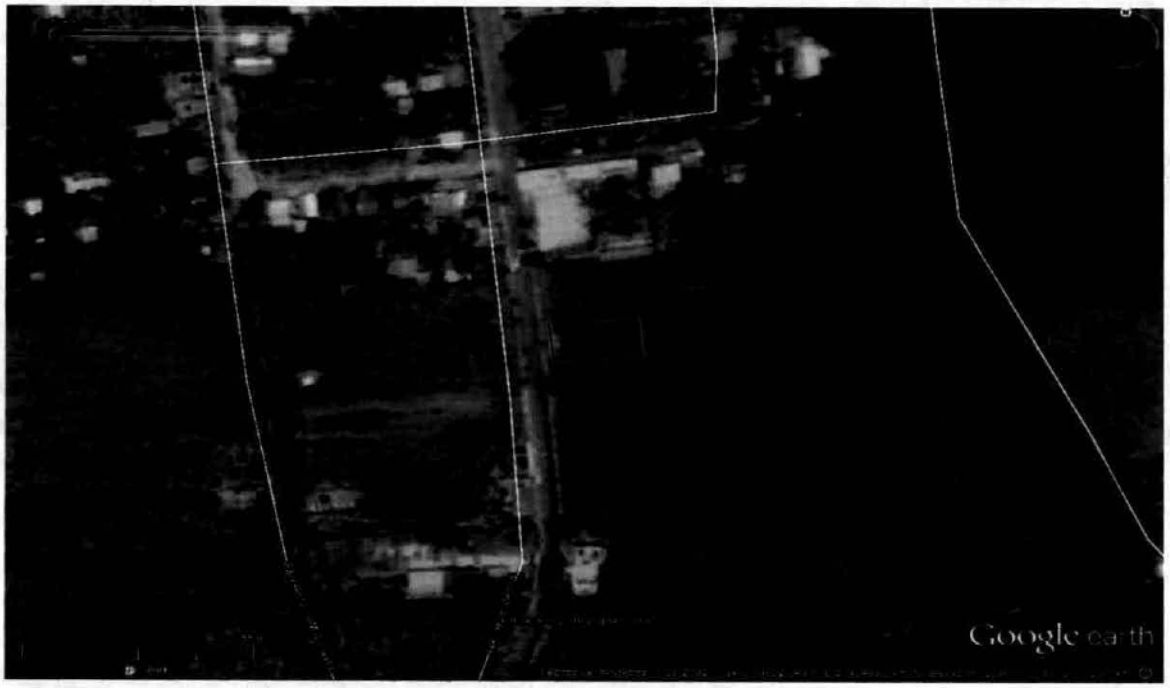
Originalmente el área de influencia directa del Proyecto se encontraba cubierta de una ecotonía de bosque mesófilo de montaña y bosque de pino, lo cuales se pueden observar en las áreas colindantes a la zona urbana y a los campos de cultivo.

A este respecto es importante señalar que el sitio específico donde se proyecta la Estación, carece de vegetación arbórea y/o arbustiva, en él solo se encuentra pasto, toda vez que el sitio recurrentemente ha sido utilizado para instalar y operar una plaza de toros y cuando ésta no está instalada se utiliza para el pastoreo de equinos.

Ninguna de las especies identificadas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La mínima existencia de vegetación en el lugar no permite establecer un perfil de la misma donde se esquematicen los estratos que la conforman.

FIGURAS II.5, 6, 7, 8, 9, 10 Y 11. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL PREDIO FEBRERO DE 2001 A DICIEMBRE DE 2012

ESTADO DEL PREDIO EN JULIO DEL 2001

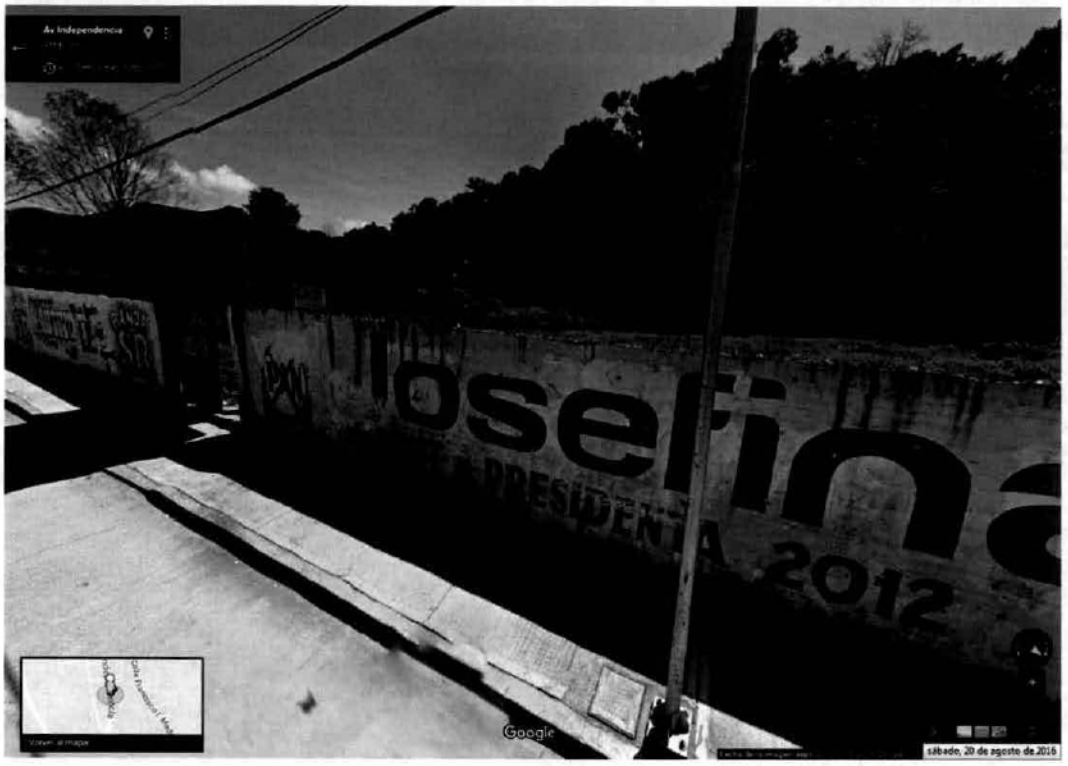


ESTADO DEL PREDIO EN ENERO DE 2011

ESTADO DEL PREDIO EN DICIEMBRE 2015

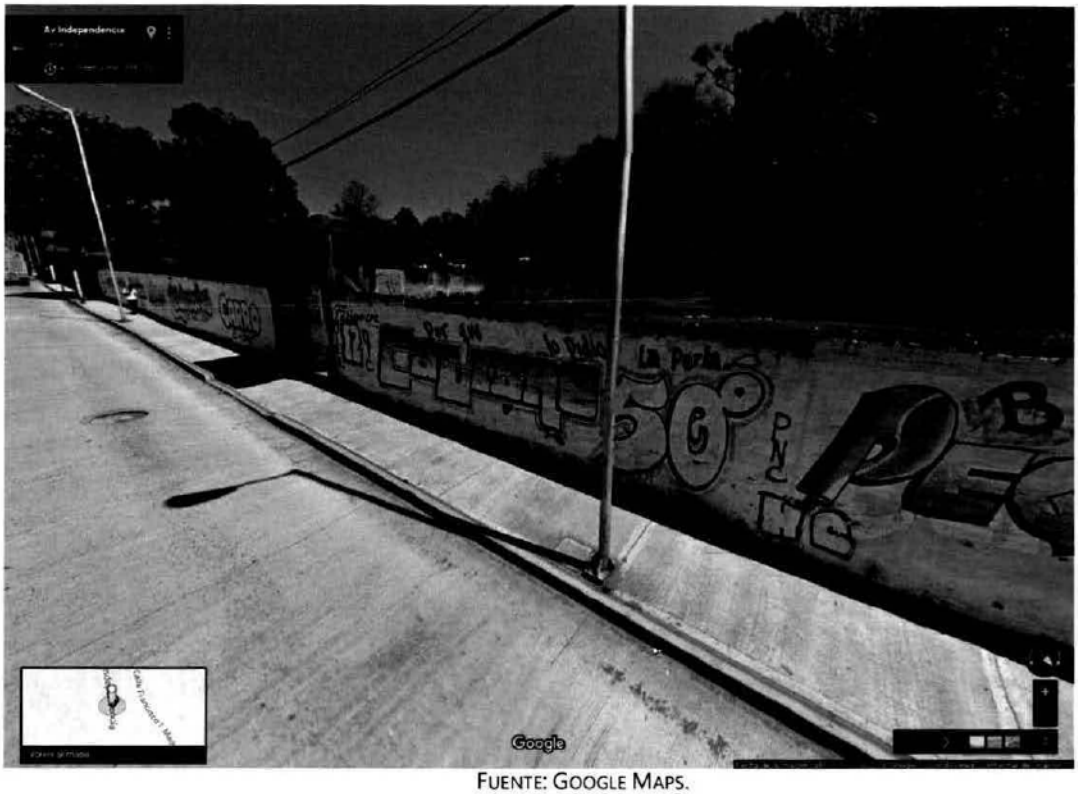
ESTADO DEL PREDIO EN MAYO 2016

ESTADO DEL PREDIO EN SEPTIEMBRE DE 2012



ESTADO DEL PREDIO EN OCTUBRE DE 2012

ESTADO DEL PREDIO EN FEBRERO DE 2013



FUENTE: GOOGLE MAPS.

Debido a la relación intrínseca entre vegetación y fauna, al encontrarse completamente alterada la primera, por tratarse de una zona urbanizada, forzosamente repercute en esta última, de ahí, que en el predio y en su área de influencia no exista una alta riqueza faunística y los ejemplares existentes solo sean aquellos que han sabido subsistir ante la situación adversa que existe en su hábitat.

No obstante lo anterior, en la zona del proyecto, por tratarse de un sitio en medio de cetros de población (La Perla y Mariano Escobedo), el crecimiento de ambas manchas urbanas y por ende apertura de nuevos predios para actividades comerciales y de servicios han provocado que mucha de esa fauna se traslade a sitios más protegidos, de allí que en el predio solo existan reporte de avistamientos de , conejo (*Silvilagus floridanus*), ardilla (*Spermophilus mexicanus*), ardilla gris (Sciurus aureogaster), ratón (*Peromyscus gratus*), y tuza (*Thormomys umbrinus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), así como algunas variedades de pájaros y reptiles típicos tales como el xintete y lagartija, especies que han sido capaces de adaptarse a la presencia y hábitos humanos. Ninguna de estas especies se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las condiciones climatológicas presentes en el área del proyecto no presentan un riesgo para el proyecto y no se verán afectadas con el mismo.

En relación a los eventos sísmicos, de acuerdo al historial sismológico del país, el sitio donde se ubica el proyecto y su área de influencia se encuentra en la región "medio", el sismo más cercano al predio se localizó a 19.5 km al sureste el cual ocurrió en 1965 siendo de 4°.

En cuanto a calidad del aire del área donde se efectuará el proyecto no se encontraron datos precisos para el Municipio de La Perla Teniendo en cuenta sus características paisajísticas se deduce que la calidad del aire es buena.

El área en análisis corresponde a un sitio donde desde hace décadas, su cubierta vegetal original (ecotonía de bosque de pino y bosque mesófilo), fue retirada para ser destinada originalmente al cultivo de maíz y ahora formando parte de la mancha urbana que enlaza a los dos centros de población, La Perla y Mariano Escobedo.

El predio está cubierto en su totalidad por pasto ya que año con año el sitio es utilizado para instalar una plaza de toros, en los predios de la zona de influencia también se observan predios baldíos que colindan con áreas arboladas de vegetación original. En el predio no se localizaron elementos de flora y fauna nativa de relevancia ecológica.

Por otro lado es de observarse que hacia esa zona de la localidad, se está orientando el crecimiento urbano que en pocos años conformará una conurbación con la cabecera municipal de Mariano Escobedo, por lo que se observa toda una serie de usos de suelo encaminados a aspectos de comercio y servicios que da servicios a las dos localidades.

En la tabla siguiente se presenta el escenario actual del Área de Afectación del Proyecto y un análisis de los posibles efectos, considerando los eventos de riesgo identificados.

TABLA II.10. POSIBLES EFECTOS, CONSIDERANDO LOS EVENTOS DE RIESGO IDENTIFICADOS

Componente ambiental	Situación actual y diagnóstico	Posible efecto
Medio físico		
Clima	La zona en la cual se ubica el predio en análisis, en términos generales corresponde al tipo climático: semicálido húmedo con lluvias todo el año, mismo que se localiza en el 14% de la superficie municipal, otros climas presentes son, templado húmedo con abundantes lluvias en verano, semifrío subhúmedo con lluvias en verano, templado subhúmedo con lluvias en verano y frío.	No se espera afectación alguna.
Calidad del aire	El SA se caracteriza por ser una zona donde se desarrolla agricultura de temporal, además de ser una zona urbana-rural en el área de influencia.	En caso de incendio la calidad del aire es afectada por la dispersión de gases de combustión. El efecto tiene una duración corta, mientras se genere el evento de riesgo.
Ruidos y vibraciones	En el SA no existen fuentes importantes de emisiones de ruido o vibraciones en la zona del Proyecto.	En caso de explosión se generarán altos niveles de ruido; sin embargo este impacto es instantáneo y se considera un evento de baja probabilidad.
Hidrología superficial	El Predio y su área de influencia se encuentran inmersos en la Subcuenca del Río Blanco y la microcuenca Pesojapa.	No se espera afectación alguna.
Hidrología subterránea	El predio en análisis y su área de influencia se encuentra dentro del Acuífero 3007 denominado Orizaba-Córdoba, con una recarga de 109.5 hm/3 año.	No se espera afectación alguna.
Geomorfología	En el área del Proyecto, la formación geológica corresponde a Lahar cuyo material geológico consiste de un paquete volcánico-sedimentario compuesto por lahares, conglomerado polimíctico, arenisca conglomerática y arenisca de colores gris	No se espera afectación alguna.

Componente ambiental	Situación actual y diagnóstico	Posible efecto
	y amarilla. En el área de influencia del proyecto así como en sus inmediaciones próximas, no se encuentran registradas fallas o fracturamientos geológicos.	
Suelo	El área donde se desarrollará el proyecto está cubierta por suelo del tipo Andosol.	En caso de explosión se remueve la capa de suelo fértil; sin embargo esto se limita al punto de origen de la explosión.
Medio biótico		
Vegetación	La vegetación original que anteriormente existía en el predio ha sido removida. En el área donde se ubicará el proyecto, no existen especies de flora en peligro de extinción.	En caso de evento de riesgo, posible daño o pérdida de la vegetación de los alrededores al área del proyecto; en función de la distancia que exista con respecto al origen del evento de riesgo.
Fauna	Por lo reducido del predio, y el proceso de urbanización, prácticamente no se observan ejemplares de fauna. En el área no existen especies de fauna en peligro de extinción.	No se espera afectación alguna.
Paisaje	El área en análisis se encuentra con un grado de deterioro medio ya que a corta distancia aún es posible encontrar bosques en buen estado de conservación de allí que existan elementos naturales originales, donde la vegetación arbórea corresponde a ejemplares de vegetación primaria, sin embargo específicamente en el predio de interés, estos elementos han sido eliminados y solo se observan como fondo de paisaje, tal cual se puede observar en las fotografías mostradas líneas	No se espera afectación alguna.

Componente ambiental	Situación actual y diagnóstico	Posible efecto
	arriba.	
Demografía	En los alrededores del sitio donde se llevará a cabo el proyecto se encuentran asentamientos humanos cercanos. El sitio donde se pretende ubicar la estación de carburación se encuentra rodeado de terrenos en desuso.	En el escenario 1, en el caso de incendio y de explosión por fugas; los radios de alto riesgo abarcan el área de la estación de carburación, y alcanzan zonas de los alrededores como vialidades y propiedad privada cercana al proyecto. En caso de evento de riesgo, pudiera haber afectaciones al personal de la estación de carburación y transeúntes que pudieran ubicarse cerca del evento.

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Con base en los resultados obtenidos a través de la identificación y jerarquización de riesgos, así como de la simulación de escenarios, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Establecer un programa de inspecciones periódicas a:

- Los tanques de almacenamiento de gas LP tipo horizontal.
- Sistema de bombas para operaciones de suministro.
- Las tuberías y conexiones utilizadas para el almacenamiento de gas LP.

2. Establecer un programa de mantenimiento de la instrumentación y elementos de control a:

- Indicador de volumen magnético
- Válvulas de seguridad
- Válvula de llenado de doble check
- Válvula de doble check para retorno de gas vapor
- Válvula de exceso de flujo para retorno de gas LP
- Tapones
- Válvula de exceso de flujo para gas LP
- Válvula de servicio
- Válvulas de relevo de presión

3. Establecer un programa de mantenimiento en el que se incluya el sistema contra incendio (extintores).

4. Establecer procedimientos para:

- Trabajos peligrosos, que incluya permisos para trabajos con llama abierta y corte y soldadura.
- Detección y atención de fugas de gas LP
- Detección y atención de fugas de gas LP con llama encendida
- Alertamiento en caso de emergencia
- Atención de emergencias como incendios, sismo, primeros auxilios y evacuación de inmuebles.

5. Establecer un programa de capacitación del personal, en el que se incluya:

- El procedimiento para trabajos peligrosos
- Los procedimientos para la detección y atención de fugas de gas natural
- Los procedimientos de emergencia.
- Los procedimientos de seguridad aplicadas a contratistas.

6. Establecer brigadas capacitadas para la atención a emergencias (Unidad Interna de Protección Civil).

7. Establecer un programa de simulacros, que contemple:
- Fugas de gas licuado de petróleo (LP)
- Incendio
- Explosión
- Accidentes vehiculares

III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

La estación contará con dos recipientes para almacenamiento de Gas LP con capacidad de 4,913 litros al 100 % de agua cada uno, el cual suministrará el combustible al recipiente instalado en los vehículos del público.

- **Especificaciones contra incendio**

La estación de carburación estará protegida contra incendio por medio de extintores, ya que por tener capacidad de almacenamiento de 9,826 litros y ser de tipo comercial, no requiere de una protección mediante agua de enfriamiento como hidrantes, monitores o sistema de aspersión. Los componentes del sistema contra incendio son:

→ Extintores manuales
→ Accesorios de protección
→ Alarma
→ Entrenamiento de personal

- **Descripción de los componentes del sistema**

→ Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención se contará con extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes:

TABLA III.1 UBICACIÓN DE EXTINTORES MANUALES

UBICACIÓN	CANTIDAD
Tablero eléctrico	1 CO_2
Zona de almacenamiento	2 ABC
Toma de suministro	2 ABC
Zona de descarga	1 ABC
Oficinas	2 ABC

Los extintores se colocarán a una altura máxima de 1.5 metros y mínima de 1.3 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.

Se sujetarán de tal forma que se puedan descolgar con facilidad al momento de su uso u los que estén a la intemperie se protegerán adecuadamente. Se colocarán en sitios de fácil acceso, con buena visibilidad, libres de obstáculos y con la señalización establecida en la NOM-026-STPS-2008.

→ Accesorios de protección:

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

→ Alarma:

La alarma que se instalará es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Estación, operará con corriente eléctrica CA 127 V.

→ Comunicación:

Se contará dentro de las oficinas con teléfono convencional conectado a la red pública.

→ Entrenamiento del personal:

Se impartirán periódicamente un curso de entrenamiento personal, que abarcará los siguientes temas:

- ◊ Posibilidades y limitaciones del sistema.
- ◊ Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- ◊ Uso de manuales
- ◊ Acciones a ejecutar en caso de siniestro
  - Uso de accesorios de protección
  - Uso de los medios de comunicación
  - Evacuación de personal y desalojo de vehículos
  - Cierre de válvulas estratégicas de gas
  - Corte de electricidad

- Uso de extintores

→ **Programa de revisión:**

Se aplicará periódicamente un programa de revisión en las áreas de riesgo, con la finalidad de verificar la correcta funcionalidad y estado físico de cada uno de los extintores así como la recarga de los mismos en caso de que sea necesario.

- **Prohibiciones**

Se prohibirá el uso en la estación de lo siguiente:

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

◊ Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines excepto los de aluminio.
◊ Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que pueden producir chispas.
◊ Indivisible clase de lámparas de mano a base de combustión y eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

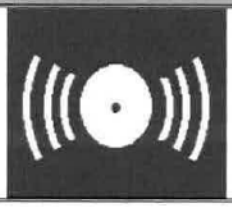
- **Rótulos de prevención, pintura de protección y colores distintivos**

El tanque de almacenamiento estará pintado de color blanco brillante, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro será aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tendrá inscrito con caracteres no menores de 15 centímetros el contenido, capacidad total en litros agua, así como número económico.

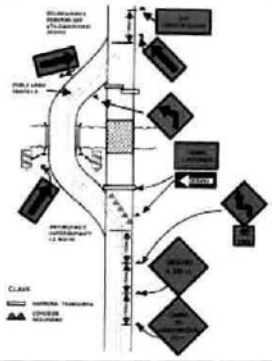
a) La zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la estación, estarán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

b) Rótulos. En el interior de la estación se tendrá letreros visibles según se indican y pictogramas normalizados, los cuales sustituyeron a los rótulos; se tendrán en lugares visibles, instalados y distribuidos según se indica en la siguiente tabla.

TABLA III.2 RÓTULOS DE PREVENCIÓN

RÓTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
Alarma contraincendios		Interruptores de alarma
Prohibido estacionarse		Cuando aplique, en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en toma siamesa.
Prohibido fumar		Área de almacenamiento y trasiego.
Extintor		Junto al extintor.
Peligro, gas inflamable		Área de almacenamiento, tomas de recepción y suministro. Si existe despachador, uno por cada uno.
Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizados		Área de almacenamiento y tomas de recepción.

RÓTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
Se prohíbe encender fuego		Área de almacenamiento y tomas de recepción y suministro.
Código de colores de las tuberías		Zona de almacenamiento
Salida de emergencia		En su caso, en ambos lados de las puertas.
Velocidad máxima km/h		Áreas de circulación
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobra	Ejemplo:	Tomas de recepción y suministro.

RÓTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
		
Prohibido cargar gas, si hay personas a bordo del vehículo.	LETRERO	Toma de suministro.

ANEXO III.1 PLANO CONTRA INCENDIO PRO-CI-01

III.1.2 Medidas preventivas

III.1.2.1 Medidas preventivas

En la siguiente sección se presentan las medidas preventivas que se aplicarán durante la operación normal del proyecto.

- **Pruebas**

Toda la tubería y mangueras deben de ser probadas después de ser ensambladas para comprobar que están libres de fugas a una presión igual a la presión de operación máxima, permitida en la parte de la estación que se esté verificando, según la NOM-015-SECRE-2013, estas podrán ser pruebas neumáticas o hidrostáticas.

La entrega del certificado se otorga una vez construida la instalación, previo a su inicio de operaciones.

- **Aislamiento**

De acuerdo a la NOM-015-SECRE-2013 todos los recintos deben estar protegidos en forma perimetral para permitir el acceso sólo a personal autorizado, a fin de minimizar las posibilidades de daños personales, materiales y vandalismo.

Los dispositivos de control deben ser instalados de tal forma que el congelamiento interno, externo o las condensaciones no provoquen fallas de funcionamiento.

CAPÍTULO IV
RESUMEN

IV. RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

De acuerdo con los resultados de las simulaciones realizadas; se identificaron las siguientes interacciones de riesgo potenciales:

Escenario 1. Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo

La zona de alto riesgo en caso de presentarse un incendio por gas LP, tiene un radio de afectación de 16 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, las oficinas, el patio de maniobras; así como parte de los terrenos aledaños al área de estudio. La zona de amortiguamiento corresponde a un radio de 30 m.

Para el caso de una explosión por gas LP, la zona de alto riesgo corresponde a 35 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, el área de carburación, las oficinas, el área de maniobras de los vehículos; así como los terrenos aledaños al área de estudio, y la carretera que se encuentra contigua al proyecto. La zona de amortiguamiento corresponde a 41 m.

Es importante mencionar que los radios de afectación no consideran las medidas de seguridad previstas para la estación de carburación, lo que minimiza el nivel de riesgo. Tomado en cuenta lo anterior se considera que existe un riesgo por la actividad de manejo de gas LP, aunque cabe resaltar que en las colindancias de la estación de carburación, salvo la carretera contigua al proyecto, actualmente no existen construcciones o áreas vulnerables de ningún tipo.

Cabe señalar que los resultados para el escenario antes descrito se debe analizar con la reserva que merece cualquier simulación a través de un software, ya que, entre otros aspectos, no considera las medidas de seguridad del proyecto, tales como válvulas de seguridad, válvulas de alivio, sistema contra incendio, entre otros, lo que disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos. Si bien existe la probabilidad de que ocurra un evento de riesgo, es importante señalar que la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V., busca garantizar la seguridad para su instalación y su entorno; por tal motivo, para la construcción y operación de la

estación de carburación, se implementarán las medidas de seguridad y las medidas preventivas descritas a detalle en el capítulo V del presente estudio, como programas de mantenimiento, programas de inspección periódica, conformación de Unidad Interna de Protección Civil, procedimientos de emergencia y capacitación, sistema contra incendio, y pruebas al sistema de la estación.

En cuanto a los posibles efectos sobre el sistema ambiental; el área del proyecto y sus colindancias tiene como uso de suelo de agricultura de temporal. El área del proyecto y su zona de influencia no han sido sometidas a actividades que pudieran generar contaminación del suelo, más allá del proveniente de productos agroquímicos toda vez que el uso que se les ha dado históricamente ha sido para el cultivo de caña, con las repercusiones que ello implica.

El estado de deterioro ambiental que tiene el área, en virtud de las modificaciones que se han llevado a cabo, permite que se desarrolle el proyecto sin que se ocasionen desequilibrios que pongan en riesgo el balance ecosistémico de la zona.

Los posibles impactos derivados de los eventos de riesgo identificados son los siguientes:

TABLA IV.1. POSIBLES IMPACTOS IDENTIFICADOS DERIVADOS DEL EVENTO DE RIESGO

Componente ambiental	Situación actual y diagnóstico	Posible efecto
Medio físico		
Calidad del aire	El SA se caracteriza por ser una zona donde se desarrolla agricultura de temporal, además de ser una zona urbana en el área de influencia.	En caso de incendio la calidad del aire es afectada por la dispersión de gases de combustión. El efecto tiene una duración corta, mientras se genere el evento de riesgo.
Ruidos y vibraciones	En el SA no existen fuentes importantes de emisiones de ruido o vibraciones en la zona del Proyecto.	En caso de explosión se generarán altos niveles de ruido; sin embargo este impacto es instantáneo y se considera un evento de baja probabilidad.

Componente ambiental	Situación actual y diagnóstico	Posible efecto
Suelo	El área donde se desarrollará el proyecto está cubierta por suelo del tipo Andosol.	En caso de explosión se remueve la capa de suelo fértil; sin embargo esto se limita al punto de origen de la explosión. Además, en la zona a construir se encuentra ya modificada.
Medio biótico		
Vegetación	La vegetación original que anteriormente existía en el predio ha sido removida. En el área donde se ubicará el proyecto, no existen especies de flora en peligro de extinción.	En caso de evento de riesgo, posible daño o pérdida de la vegetación de los alrededores al área del proyecto; en función de la distancia que exista con respecto al origen del evento de riesgo.
Demografía	En los alrededores del sitio donde se llevará a cabo el proyecto se encuentran asentamientos humanos cercanos. El sitio donde se pretende ubicar la estación de carburación se encuentra rodeado de terrenos en desuso.	En el escenario 1, en el caso de incendio y de explosión por fugas; los radios de alto riesgo abarcan el área de la estación de carburación, y alcanzan zonas de los alrededores como vialidades y propiedad privada cercana al proyecto. En caso de evento de riesgo, pudiera haber afectaciones al personal de la estación de carburación y transeúntes que pudieran ubicarse cerca del evento.

Con el fin de reducir los riesgos identificados y/o mitigar sus efectos, se establecieron las recomendaciones, derivadas de la identificación de riesgos a través del análisis HazOp y de la determinación de consecuencias de los escenarios identificados.

Bajo las condiciones de operación actuales; los riesgos identificados se consideran aceptables siempre y cuando se sigan las recomendaciones descritas en el presente estudio y las establecidas por la SEMARNAT/ASEA como parte del dictamen del mismo; así como la legislación aplicable en materia de seguridad e higiene.

IV.2 Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

El proyecto corresponde a la instalación y construcción de la estación de carburación Tipo B (comercial) Subtipo BI, Grupo II para la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V., en el municipio de La Perla, Veracruz.

El terreno que ocupará la Estación de Gas L.P., afecta una forma irregular y tiene una superficie de 750 m^2.

No cruzarán líneas eléctricas de alta tensión, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la estación, ya sean aéreas o por ductos bajo tierra. La estación se encontrará sobre la Avenida Independencia No. 9, Col. Centro, en el municipio de La Perla, en el estado de Veracruz. La estación se encontrará en una zona urbana, por lo cual no contará con carriles de aceleración y desaceleración.

De ninguna manera representarán algún riesgo las actividades que se llevan a cabo en las colindancias de la Estación. En un radio de 30.00 m contados a partir de la tangente de los recipientes de almacenamiento de la estación, no se encontrarán centros hospitalarios o cualquier espacio abierto o construcción dentro de un inmueble, utilizados para la reunión de 100 o más personas simultáneamente con propósitos educacionales, religiosos o deportivos, así como establecimientos con 30 o más plazas donde se consuman alimentos o bebidas.

No existirán construcciones destinadas a la vivienda, constituida por al menos tres niveles, y estos a su vez por al menos dos departamentos habitacionales cada uno. El área de la estación contará con las pendientes y drenajes adecuados para el desalojo de aguas pluviales.

El área de la estación contará con las pendientes y drenajes adecuados para el desalojo de aguas pluviales. En las zonas de circulación, contarán con terminación de piso consolidado y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas. La Estación no contará con cajones de estacionamiento dentro de la misma.

Para la identificación de riesgos, se aplicó la metodología Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP). De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron el siguiente escenario potencial de riesgo:

1. **Fuga de gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automático y de exceso de flujo, en la estación de carburación**

De acuerdo con la jerarquización del evento de riesgo identificado; el escenario se clasifica como Riesgo aceptable con controles.

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó el programa de simulación Aloha versión 5.4.4.

Los eventos modelados en cada escenario fueron incendio y explosión. De acuerdo con la "Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo" de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); se consideraron fugas a través de orificios del diámetro de las válvulas de seguridad.

Los resultados obtenidos de las simulaciones, se muestran a continuación.

IV.2.1 Estimación de consecuencias

TABLA IV.2 ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS

SIMULACIÓN DE ESCENARIOS NO. DE EVENTO	TIPO DE ESCENARIO	TIPO DE LIBERACIÓN HIPOTÉTICA	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	ESTADO FÍSICO	PROGRAMA DE SIMULACIÓN UTILIZADO	RESULTADOS		
						ZONA DE ALTO RIESGO (RADIO)	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (RADIO)	CRITERIOS UTILIZADOS ZAR: ZONA DE ALTO RIESGO ZB: ZONA BUFFER
TDA1_07I	INCENDIO	CONTINUA	4,913 L	GAS	ALOHA	16 metros	30 metros	ZAR: 5 Kw/M^2 ZB: 1.4 Kw/M^2
TDA1_07E	EXPLOSIÓN	CONTINUA	4,913 L	GAS	ALOHA	35 metros	41 metros	ZAR: 1.0 PSI ZB: 0.5 PSI
TDA2_07I	INCENDIO	CONTINUA	4,913 L	GAS	ALOHA	16 metros	30 metros	ZAR: 5 Kw/M2 ZB: 1.4 Kw/M2
TDA2_07E	EXPLOSIÓN	CONTINUA	4,913 L	GAS	ALOHA	35 metros	41 metros	ZAR: 1.0 PSI ZB: 0.5 PSI

IV.3 Informe técnico debidamente llenado

IV.3.1 Sustancias involucradas

A continuación se describen las sustancias involucradas en los escenarios de riesgos del proyecto.

TABLA IV.3 SUSTANCIAS INVOLUCRADAS

SUSTANCIA: GAS LP	
No. de CAS	Propano (60%) 74-98-6 Butano (40%) 106-97-8
Peso Molecular	44.10 g/mol
Punto de ebullición	-42.2 °C
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

VI.3.2 Antecedentes de accidentes e incidentes

El análisis histórico de accidentes es una técnica identificativa orientada a la búsqueda de información de accidentes industriales ocurridos en el pasado. Esta técnica de análisis es esencialmente cualitativa pero también permite extraer resultados numéricos o cuantitativos si el número de accidentes es suficientemente significativo y permite un análisis estadístico.

La técnica se basa en una recopilación de accidentes con productos químicos en forma de banco de datos donde se encuentra almacenada la información relativa a los mismos. La recogida sistemática de información relativa a diferentes accidentes ocurridos en el pasado en plantas químicas y actividades afines, ha permitido en algunos casos, la acumulación de datos concretos sobre una determinada situación, equipo u operación, carga o descarga de cisternas, transporte de mercancías peligrosas, procesos de fabricación de un producto determinado, parques de almacenamiento, vertido de líquidos inflamables, escape de un gas tóxico, etc.

En bastantes casos, el número de accidentes registrados es suficientemente elevado como para permitir una deducción de información significativa. En estas condiciones es posible observar una determinada "pauta" presente en el origen de un determinado porcentaje de accidentes.

En otras ocasiones es posible simplemente identificar un cierto número de situaciones, operaciones o errores que han favorecido el inicio de un accidente en un tipo de instalación determinado. En todos los casos, el conocimiento de la información adecuada permite, de alguna manera, el establecimiento de "puntos débiles" en el sistema cuya seguridad quiere estudiarse.

La evaluación de cuantos incidentes de este tipo ocurren en fugas masivas de hidrocarburos, es muy difícil, ya que casi nunca se reportan en los medios de comunicación. Sin embargo, se reseñará a continuación algunos incidentes o accidentes sucedidos con el material riesgoso que es empleado en las instalaciones de la empresa.

En este apartado se describen algunos de los accidentes, así como la gravedad y consecuencias que puede provocar el gas LP, algunos de los que se pudieran suscitar podrían ser incendio y/o explosión de acuerdo a su magnitud.

A nivel nacional, se encontraron algunos resultados los cuales fueron obtenidos del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias, en donde se identifica que los hidrocarburos que constituyen una mayor frecuencia son el Petróleo Crudo, Gasolina, Diesel, Combustóleo, Gas Natural y Gas LP los cuales representan el 69.8% del total de las emergencias ambientales las cuales podemos observar en la tabla IV.3.

TABLA IV.4 SUSTANCIAS QUÍMICAS INVOLUCRADAS EN LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1996-2002)

Nombre de la sustancia	%
Petróleo Crudo	42.08
Gasolinas	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido sulfúrico	2.26
Solventes Orgánicos	1.09
Subtotal	77.29
Otras sustancias	27.71
Total	100

FUENTE: COATEA/PROFEPA

De acuerdo a la tabla anterior el gas LP, con un porcentaje del 3.19%, ocupa el sexto lugar en las sustancias químicas involucradas en las emergencias ambientales.

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo-Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales; cuenta con una base de datos de los accidentes ocurridos en diversas etapas del ciclo de vida del Gas LP, incluye tanto los ocurridos durante el transporte como durante su empleo en instalaciones de los usuarios. Contiene, entre otros, los siguientes registros de 2001-2009:

TABLA IV.5 SUSTANCIAS QUÍMICAS INVOLUCRADAS EN LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1996-2002)

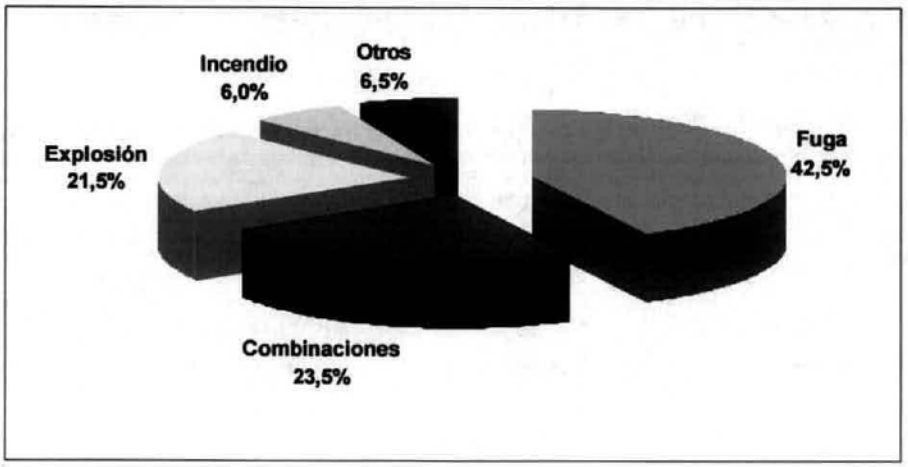
Accidente	Número de sucesos
INCIDENTES REGISTRADOS	223
Durante transporte	56
Choques	18
Volcaduras	30
Fugas	2
Flamazos	2
Incendios	2
Explosiones	2
Auto tanque pipa	43
Casos 2002	1
Casos 2003	1
Casos 2005	7
Casos 2006	11
Casos 2007	9
Casos 2008	27

FUENTE: DIRECCIÓN DE ENLACE, ESTADÍSTICA Y ASUNTOS ESPECIALES. SENER. 2010

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED -SEGOB. Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se

encuentran distribuidos de la siguiente manera: En la figura se presentan los porcentajes del tipo de accidente en fuentes fijas. Más del 40% está representada por fugas seguida por explosiones con 21.5%.

FIGURA VI.1 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE TIPO DE EVENTOS DONDE SE INVOLUCRA EL GAS LP



FUENTE. ACQUIM, 2000.

IV.3.3 Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

TABLA IV.6 IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
1	TDA1_07I	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo	X		X		Tanque de almacenamiento 1	HazOp	Aire
2	TDA2_07I	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo	X		X		Tanque de Almacenamiento 2	HazOp	Aire
3	TDA1_07E	Fuga de Gas LP por falla en	X			X	Tanque de almacenamiento	HazOp	Aire

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
		válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo					1		
4	TDA2_07E	Fuga de Gas LP por falla en válvulas de seguridad, bloqueo automática y de exceso de flujo	X			X	Tanque de Almacenamiento 2	HazOp	Aire

IV.3.4 Estimación de consecuencias

TABLA IV.7 ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS

No. de falla	No. de evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)
TDA1_07I	1		X	114	Kg/min	Gas				X		ALOHA	16
TDA2_07I	2		X	114	Kg/min	Gas				X		ALOHA	16
TDA1_07E	3		X	111	Kg/min	Gas				X		ALOHA	35
TDA1_07E	4		X	111	Kg/min	Gas				X		ALOHA	35

IV.3.5 Criterios utilizados

TABLA IV.8 CRITERIOS UTILIZADOS

No. de falla	No. de evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros criterios
		IDHL*	TLV_8**	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	1.0 psi	0.5 psi	1.4 kW/m²	5.0 kW/m²	
TDA1_07I	1			1.5	B			X	X	
TDA2_07I	2			1.5	B			X	X	
TDA1_07E	3			1.5	B	X	X			
TDA1_07E	4			1.5	B	X	X			

*IDLH Inminentemente peligrosa para la vida y la salud

**TLV_8 Valor Umbral Límite

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN

Plano de proyecto civil pro-civ-01

Plano de proyecto civil pro-civ-02

Plano proyecto mecánico pro-me-01

Plano proyecto eléctrico pro-ele-01

Plano contra incendio pro-ci-01

Plano del proyecto planométrico pro-pla-01

V.1.2 FOTOGRAFÍAS

Reporte fotográfico del predio del proyecto incluido en la MIA

V.1.3 VIDEOS

El presente proyecto no incluye videos.

V.2 OTROS ANEXOS

- Hoja de seguridad del Gas LP
- Listas de verificación
- HazOp Gas Natural
- Matriz de jerarquización de Riesgos de Gas LP
- Modelación de Radios de afectación Gas LP Incendio y explosión
- Mapa de radios por incendio
- Mapa de radios por explosión
- Memoria técnica descriptiva justificativa del proyecto

CONCLUSIONES

1.- El presente proyecto contempla la construcción de una **estación de gas LP para carburación tipo B (Comercial) Subtipo BI, grupo II para la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V., en el Municipio de La Perla, Veracruz.**

2.- El diseño se hizo apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, Ley de Hidrocarburos y la Norma Oficial Mexicana NOM -003-SEDG-2004 "Estaciones de gas LP para carburación-Diseño y Construcción", editada y aprobada por la Secretaría de Energía a través del comité Consultivo Nacional de Normalización en materia de Gas LP en su sesión ordinaria del 19 de noviembre del 2004, publicada en el "Diario Oficial de la Federación" el día 28 de abril de 2005 y demás acuerdos y resoluciones relativos al uso de Gas Licuado de Petróleo como carburante en vehículos con motor de combustión interna.

3.- La estación contará con dos recipientes para almacenamiento de Gas LP tipo intemperie, horizontal, con una capacidad de almacenamiento de 4,913 litros cada uno al 100% agua y serán llenados a través de auto tanques. Los recipientes de almacenamiento serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011.

4.- De acuerdo con los resultados de las simulaciones realizadas; se identificaron las interacciones de riesgo para el escenario 1. La zona de alto riesgo en caso de presentarse un incendio por gas LP, tiene un radio de afectación de 16 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, las oficinas, el área de maniobras de los vehículos, así como patio de maniobras. Para el caso de una explosión por gas LP, la zona de alto riesgo corresponde a 35 m, el área total de la estación de carburación, es decir, los tanques de almacenamiento, el área de carburación, las oficinas, el área de maniobras de los vehículos; así como efecto sobre la carretera que se encuentra a un costado de la estación de carburación. A los alrededores no se encuentra flora o fauna que pudiera verse afectada de manera significativa en caso de un evento de riesgo.

5.- En un radio de 30.00 m. contados a partir de la tangente de los recipientes de almacenamiento de la estación, no se encontrarán centros hospitalarios o cualquier espacio abierto o construcción dentro de un inmueble, utilizados para la reunión de 100 o más personas simultáneamente con

propósitos educacionales, religiosos o deportivos, así como establecimientos con 30 o más plazas donde se consuman alimentos o bebidas. No existirán construcciones destinadas a la vivienda, constituida por al menos tres niveles, y estos a su vez por al menos dos departamentos habitacionales cada uno.

6.- Debe tenerse en cuenta que cualquier proyecto donde se manejen sustancias altamente riesgosas como el gas LP tiene un riesgo potencial de accidentes. Es necesario enfatizar las medidas de seguridad y supervisión para la instalación, operación, mantenimiento y la capacitación apropiada para el personal. Hay que recalcar que en los eventos de simulación, se tomaron las peores condiciones posibles, sin considerar las medidas de seguridad y mitigación del proyecto.

7.-Es importante mencionar que los radios de afectación no consideran las medidas de seguridad previstas para la estación de carburación, lo que minimiza el nivel de riesgo. Tomado en cuenta lo anterior y el hecho de que en las colindancias de la estación de carburación no existen áreas vulnerables; se considera que las posibles interacciones de riesgo por este evento, son mínimas.

7.- Los resultados para el escenario deben analizarse con la reserva que merece cualquier simulación a través de un software, ya que, entre otros aspectos, no considera las medidas de seguridad del proyecto, tales como válvulas de seguridad, válvulas de alivio, sistema contra incendio, entre otros, lo que disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

8.-Las medidas preventivas están orientadas directamente al mantenimiento de los componentes del sistema contra incendio; así como de los dispositivos de seguridad con los que cuentan los tanques de almacenamiento. Por lo que se deberán realizar simulacros para el caso de contingencias por incendio y explosión, además de asegurarse de una adecuada intervención de las brigadas en caso de un siniestro.

9.- En cuanto a los posibles efectos sobre el sistema ambiental; el área donde se llevará a cabo el proyecto se caracteriza por ser un ecosistema modificado con presencia de actividades antropogénicas; por tanto, el proyecto no tendrá un efecto adverso crítico sobre el medio ambiente. El estado de deterioro ambiental

que tiene el área, en virtud de las modificaciones que se han llevado a cabo, permite que se desarrolle el proyecto sin que se ocasionen desequilibrios que pongan en riesgo el balance ecosistémico de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, 2005.
- Chalet, 1973; Citado en, Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Larry W. Canter, 1998. 841pp.
- Ecología del Paisaje, Revista informativa en línea, Navarro 2004.
- Ecología del Paisaje, Revista informativa en línea, Mateo, 1984 en Chiappy-Jhones 2002.
- Enciclopedia de los Municipios de México. Veracruz.
- García E.1990. Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Atlas Climático del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana 150 pp.
- Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Seguridad Pública, Subsecretaría de Protección Civil. Atlas Estatal de Riesgo, 1999-2004.
- González, A.C. y González A. Recursos Faunísticos. Problemática Ambiental en el Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, 1994. 154 pp.
- Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000.
- Larry W. Canter. Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Editorial McGraw-Hill, Madrid, España. 1998. 841 pp.
- Organización de Estados Americanos, 1987.
- Plan de Abandono y Restauración, y Programa de Revegetación, en línea.
- Rzedowski, J. Vegetación de México. Edit. Limusa, México; 1978. 432 pp.
- SEMARNAT, INE y CONANP. Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales. Volumen I y II. México, 2002. 1022 pp.
- Secretaría de Educación y Cultura, en línea.
- Toledo C., M., Rojas, A. Navarro, L. León, J. Rojas y A. Deffis. Estudio de impacto ambiental del desarrollo turístico ecológico de las Islas Lobos y Venados. Editorial Concepto. México, D.F., 1989. 69 p.
- Unidades del paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales. René López Barajas y Jorge Cervantes Borja. Notas. Revista de información y análisis. No. 20, 2002.
- US EPA, 1973; Citado en. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Larry W. Canter, 1998. 841pp.

PÁGINAS WEB

- http://www.conasami.gob.mx
- http://www.inafed.gob.mx
- http://www.inegi.gob.mx
- http://www.semarnat.gob.mx
- http://www.veracruz.gob.mx
- http://www.conanp.gob.mx
- http://www.conabio.gob.mx
- http://www.sct.gob.mx
- http://www.cna.gob.mx
- http://www.asa.gob.mx
- http://www.economia-noms.gob.mx
- http://www.google.com. Ecosistema de México.