



## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL



**Proyecto:** Estación de servicio de gas natural para uso vehicular "Juriquilla"

**Ubicación:** Carretera Querétaro-San Luis Potosí 0, Fracción 52, La Solana, Juriquilla, Querétaro, Qro.

**Modalidad:** Análisis de Riesgo

**Promovente:** NATGAS QUERÉTARO, S.A.P.I DE C.V.

**Consultor:** SAI ENVIRONMENTAL SERVICES

**Responsable del Estudio:** M. en C. Anahí Silva Sánchez

**Fecha de Elaboración:** Mayo 2017

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (4483) 751984 - Cel (442) 3551118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Firma del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.



M. en C. ANAHI SILVA SANCHEZ

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Nombre de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.



RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

*M. en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina 14482251984 - Cel 144213571112

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





## 1. DATOS GENERALES

*M.en. C. Anahi Silva Sánchez*

*Oficina (4482) 751984 - Cel. (442) 3599117*

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Coparticipaciones - Gestión Ambiental*





## CONTENIDO

1. DATOS GENERALES .....	5
1.1 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	5
Nombre o razón social de la empresa u organismo .....	5
Registro Federal de Contribuyentes de la empresa .....	5
Nombre y cargo del representante legal .....	5
Actividad productiva principal del establecimiento .....	5
Domicilio del establecimiento donde pretende instalarse el proyecto .....	5
Domicilio para oír y recibir notificaciones.....	7
Fecha de inicio de operaciones.....	7
Participación de capital .....	7
Inversión estimada.....	7
1.2 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	9
Nombre o razón social.....	9
Registro Federal de contribuyentes .....	9
Nombre del responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental .....	9
Registro Federal de contribuyentes, CURP, Cédula profesional .....	9
Dirección del responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental.....	9

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Dfona (442) 2511114 - Cel (442) 3577118

Consultoría Ambiental - Ingesta Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Responsabilidad y  
Compromiso



Confianza  
Practicidad y  
Transparencia



Respeto  
Ambiental y Cultural



Normas y Calidad



Innovación  
Técnica y Ambiental



Compromiso  
Experiencia y Altas  
Capacidades



Excelencia  
Operativa y Personal



## 1. DATOS GENERALES

### 1.1 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

#### Nombre o razón social de la empresa u organismo

NATGAS QUERÉTARO S.A.P.I. de C.V., acredita su constitución legal ante la fe del Lic. Francisco Guerra Malo, Notario Titular de la Notaría número Veintiséis del estado de Querétaro, en la escritura Número 16,402 Dieciséis mil cuatrocientos dos, Tomo 269 Doscientos sesenta y nueve, Expediente 6023/12 (Anexo).

#### Registro Federal de Contribuyentes de la empresa

La empresa NATGAS QUERÉTARO S.A.P.I. de C.V. se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes bajo la cédula fiscal NQU120510QZ7 (Anexo).

#### Nombre y cargo del representante legal

Juan Josué Hernández Tapia, Director de Proyectos, acredita su personalidad jurídica mediante el Testimonio de la escritura Pública Número 16,402, de fecha 10 de Mayo del 2012, bajo el Expediente 6023/12, ante la fe del Lic. Francisco Guerra Malo, titular de la notaría número 26 de la ciudad de Querétaro, Querétaro (Anexo).

#### Actividad productiva principal del establecimiento

Venta de gas natural comprimido a vehículos automotores y tienda de conveniencia

#### Domicilio del establecimiento donde pretende instalarse el proyecto

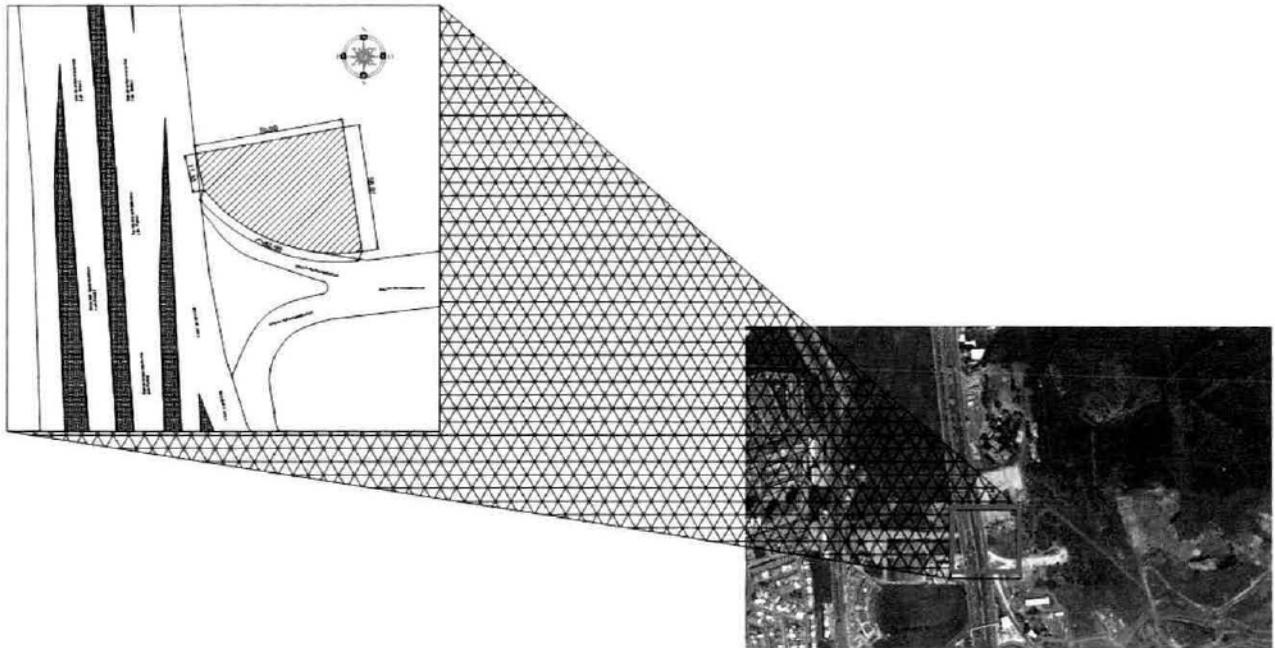
La estación de compresión de gas natural se instalará en la Carretera Querétaro-San Luis Potosí 0, Fracción 52, La Solana, Juriquilla, Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto:





Environmental Services



**Figura 3 Delimitación del área de estudio, ubicación del predio**

### **Domicilio para oír y recibir notificaciones**

Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### **Fecha de inicio de operaciones**

Se pretende iniciar operaciones una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes. Se consideran 6 meses de actividades para el desarrollo del proyecto y de esta manera iniciar operaciones.

### **Participación de capital**

Nacional

### **Inversión estimada**

Para el desarrollo del proyecto se estima una inversión total de \$36,11 MDP. En las siguientes tablas se muestra un resumen de los conceptos y cifras del presupuesto requerido para cada una de ellos, dividido el presupuesto en dos etapas; Etapa 1 y Etapa 2.

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448)2751784 - Cel (442)3597118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Es importante mencionar que la suma de dichas cantidades es el Subtotal, el cual no considera el impuesto al valor agregado. Este subtotal es de \$31,13 MDP.

**Tabla 1. Resumen de presupuesto de inversión para el establecimiento de la estación**

Concepto General Presupuesto (\$ en Pesos)	MDP
<b>ETAPA 1</b>	
Estudios, trámites y gasto pre-operativo	\$2,9
Obra civil	\$6,2
Obra Eléctrica	\$2,9
Obra Mecánica	\$3,5
Obra y equipos de sistemas	\$0,4
Equipo eléctrico	\$0,9
Equipo mecánico	\$8,0
Periféricos	\$0,7
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$25,5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$29,58</b>

**Tabla 2. Resumen de presupuesto de inversión para el establecimiento de la estación**

Concepto General Presupuesto (\$ en Pesos)	MDP
<b>ETAPA 2</b>	
Equipo mecánico	\$5,24
Obra eléctrica, mecánica y civil	\$0,35
Trámites	\$0,04
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$5,63</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$6,53</b>

Igualmente se cuenta con los precios unitarios y el número de unidades requeridas de los conceptos específicos, a partir de dichos datos se determinó el subtotal del presupuesto estimado para cada uno de ellos de forma desglosada.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Défensa (448)2751984 - Cel (442)3571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





## 1.2 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

### Nombre o razón social

SAI Environmental Services / M. en C. Anahí Silva Sánchez

### Registro Federal de contribuyentes

SISA830701KPA (Anexo)

### Nombre del responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental

M. en C. Anahí Silva Sánchez

### Registro Federal de contribuyentes, CURP, Cédula profesional

CURP: [REDACTED] Clave Única de Registro de Población del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Cédula Profesional: 5484852

### Dirección del responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental

[REDACTED]

Domicilio, teléfono y correo electrónico del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 751994 - Cel (442) 3599118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





## I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

D.Funa. (4422) 751184 - Cel. (442) 3511117

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*





## CONTENIDO

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO .....	4
I.1. BASES DE DISEÑO .....	4
Procedimientos de certificación de materiales empleados en la construcción de la estación de servicio de gas natural comprimido para uso automotor.....	6
I.1.2. Proyecto mecánico .....	8
I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio .....	15
Procedimiento en caso de incendio .....	16
Tipo de extintores.....	17
Sistema de manejo de agua a presión .....	20
Procedimiento en caso de explosión .....	20
I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO .....	21
Planes de crecimiento a futuro .....	22
Fecha de inicio de operaciones.....	22
Descripción de la instalación.....	22
Vida útil.....	27
Plano de localización.....	28
Colindancias y usos de suelo cercanos al proyecto .....	30
Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad...	33
Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación.	33
Número de personal necesario para la operación de la instalación .....	34
I.2.1. Hojas de seguridad.....	34
I.2.2. Almacenamiento .....	34
I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares.....	38
I.2.4. Pruebas de verificación .....	43
<i>Estaciones de llenado rápido</i> .....	44
<i>Procedimientos de emergencia del manual de dispensarios</i> .....	46

M<sup>re</sup> C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (4442) 751994 – Cel (442) 3519119

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





1.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	47
1.3.1. Especificación del cuarto de control .....	48
1.3.2. Sistemas de aislamiento .....	48
1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS .....	49
1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes .....	49
1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización .....	49
Análisis ¿Qué pasa si...? .....	50
Metodología del análisis de consecuencias .....	67
Descripción de los eventos probables .....	68

*Mar C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 751784 – Cel (442) 3557118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





## I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

### I.1. BASES DE DISEÑO

El diseño, especificaciones de construcción y operación del proyecto se encuentran bajo lo estipulado en la *NOM-010-SECRE-2002 Referente A Gas Natural Comprimido Para Uso Automotor-Requisitos Mínimos De Seguridad Para Estaciones De Servicio*. En dicha norma se determina una clasificación de los tipos de Estación de acuerdo a las características y elementos de las mismas. Para el caso del presente estudio **la Estación de Servicio corresponde a Tipo de Llenado Rápido**, las cuales están constituidas por los componentes básicos siguientes: Estación de regulación y medición; Sistema de compresión; Almacenamiento (cascada pulmón); Surtidor o poste; Sistema de paro de emergencia; Filtro a la entrada y salida del compresor; Sistema de seguridad contra incendio, y Componentes de seguridad de alarma. Los Elementos optativos son: Panel prioritario; Panel secuencial; Secador de gas; Sistema de compensación de carga, y Odorizador.

Toda la instalación está diseñada y fabricada de acuerdo con las regulaciones locales, estatales y federales para este tipo de sistema. Así mismo, se contará con los aspectos de seguridad vigentes y con los medios necesarios para preservar el sistema de compresión de gas natural en las mejores condiciones a lo largo de su vida útil, así como la conservación y protección del entorno ambiental. Los criterios de diseño empleados en la Ingeniería de detalle incluyen normas, estándares y especificaciones nacionales e internacionales las cuales se enlistan en la Tabla I.1.

**Tabla I.1 Normas utilizadas**

Número	Descripción
<b>Normas Oficiales Mexicanas</b>	
<b>NOM-001-SECRE-2010</b>	Especificaciones del gas natural
<b>NOM-002-SECRE-2010</b>	Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural
<b>NOM-003-SECRE-2011</b>	Distribución de gas natural
<b>NOM-003-SECRE-2011</b>	Odorización del gas natural y gas licuado de petróleo
<b>Apéndice I.</b>	

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (443)2-751994 - Cel (443)3571117

Consultoría Ambiental - Ingeniería Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Environmental Services

Número	Descripción
<b>NOM-003-SECRE-2011 Apéndice III.</b>	Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas LP en ductos
<b>NOM-007-SECRE-2010</b>	Diseño, construcción, pruebas, inspección, operación Y mantenimiento de ductos.
<b>NOM-010-SECRE-2002</b>	Gas natural comprimido para uso automotor
<b>NOM-014-SCFI-1997</b>	Medidores de desplazamiento positivo tipo diafragma para gas natural o L.P.
<b>ASME/ANSI B31.8</b>	Gas Transmission and Distribution Piping Systems
<b>ANSI/ASME B16.5</b>	Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings.
	<b>API</b>
<b>API Standard 1104</b>	Welding of Pipeline and Related Facilities.
<b>API Standard 1102</b>	Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways
<b>API Specification 5L 1/X.</b>	Specification for Line Pipe.
	<b>American Society for Testing and Materials</b>
<b>ASTM A105 Carbon Steel</b>	Carbon Steel Forgings Components
<b>ASTM A234</b>	Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and High Temperature Service

La estación de servicio está clasificada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SECRE-2002 como estación Tipo I Estación de llenado rápido.

Las estaciones de llenado rápido están constituidas por los componentes básicos siguientes:

- a) Estación de regulación y medición
- b) Sistema de compresión
- c) Almacenamiento
- d) Surtidor o poste
- e) Sistema de paro de emergencia
- f) Filtro a la entrada y salida al compresor
- g) Sistema de seguridad contra incendio
- h) Componentes de seguridad de alarma

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 751774 - Cel (442) 3577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Consciencia y  
Cambio



Confianza  
Protagonismo y  
Transparencia



Respeto  
Pasión, Calidad  
y Compromiso



Innovación  
Talento y Energía



Formación  
Especializada y Alta  
Eficacia



Calidad  
Entrega y Servicio

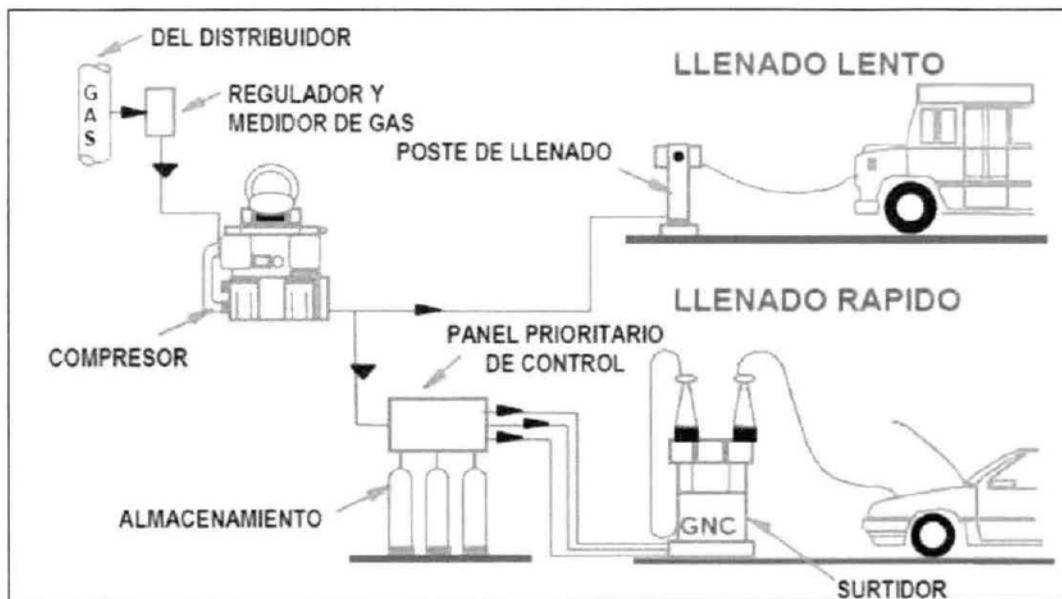


Figura I.1 Esquema básico de la estación de llenado rápido y lento  
(Fuente: NOM-010-SECRE-2002)

**Procedimientos de certificación de materiales empleados en la construcción de la estación de servicio de gas natural comprimido para uso automotor**

La estación de servicio está clasificada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SECRE-2002 como estación Tipo I Estación de llenado rápido y en las especificaciones que se describen a continuación; en caso de existir discrepancia se aplicará lo indicado por la Norma Oficial Mexicana.

**Tabla I.2 Especificaciones técnicas utilizadas en la selección de materiales**

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
API 5L: Especificación para tubería usada en gasoductos.	Especificación para tubos con y sin costura para uso en la industria del gas y el petróleo	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.
ASTM A 193 Materiales para espárragos y tornillería para servicio en alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tornillería que se instala en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.

Man C. Anahi Silva Sánchez

Oficina 144812-751184 - Cel 14421551118

Consultoría Ambiental - Ingeniería Ambiental - Planeación Ambiental - Capacitación - Servicio Ambiental



Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
ASTM A 194  Materiales para espárragos y tuercas para servicio en media y alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tuercas y espárragos ó tornillos que se instalan en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.
ASTM A 234  Especificación de materiales para aceros en servicio en temperaturas media y alta.	Especificación de materiales para conexiones de tubería de acero al carbono para servicio a mediana y alta temperatura.	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.
ASME B 16.5  Especificaciones y dimensiones de bridas y conexiones. ASME B 16.9  Fabricación de conexiones en acero, soldables y de embutir CSA Z245.200-M92:	Define los rangos de operación en presión y temperatura de bridas y accesorios bridados.  Define las dimensiones de conexiones soldables para tuberías.	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.  Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.
Recubrimientos para tuberías de acero a base de resinas epóxicas  ASTM D 2513  Especificación estándar para tubería termoplástica. ASTM D 3261  Estándar para termofusión a tope.	Estándares relativos a la aplicación, pruebas, manejo y almacenamiento de materiales de protección anticorrosiva.  Permite la determinación del material necesario para la conducción del gas natural.  Permite la definición del tipo de junta por termofusión que se utilizará en la unión de tubería, conexiones y accesorios.	Código de referencia reconocido en la industria para la protección de tuberías.  Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías y accesorios de polietileno  Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías y accesorios de polietileno
ASTM D 2683  Estándar para tubería y conexiones mediante soquetes.	Permite diseñar con diámetro exterior controlado	Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías, conexiones y accesorios de polietileno.
ASTM F 1056  Herramienta para fusión y unión a tope de tuberías y conexiones de polietileno	Valiosa por las características de temperatura controlada y certeza de que la realización de las uniones es correcta.	Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías, conexiones y accesorios de polietileno

María C. Anahí Silva Sánchez

Oficina 1448327511114 - Cel 144833511118

Consultoría Ambiental - Limpieza Ambiental - Resque Ambiental - Limpesitaciones - Gestión Ambiental





Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
ASTM D 2657 Procedimientos para unión de tubería de polietileno por calor	Permite clasificar las conexiones y tuberías por su condición de termofusión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías, conexiones y accesorios de polietileno
NMX E 43 Norma mexicana para tubería y conexiones de polietileno para conducción de gas natural y gas LP	Permite definir la correcta elección de los materiales al determinar los estándares aceptados en México.	Norma Mexicana.
ASTM D 2774 Instalación bajo tierra de tuberías termoplásticas presurizadas	Ofrece las especificaciones mínimas de cobertura y profundidad de sistemas de polietileno.	Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías, conexiones y accesorios de polietileno
ASTM D 3350 Estándar de tuberías termoplásticas de polietileno y sus accesorios	Otorga definición apropiada para la selección de los materiales a utilizarse en un sistema de transporte de gas natural y gas LP.	Estándar reconocido en la industria norteamericana para tuberías, conexiones y accesorios de polietileno
API 6D Especificaciones de válvulas, tapones y accesorios	Define las dimensiones de válvulas de compuerta, aguja, bola y no-retroceso y tapones.	Estándar reconocido en la industria Norteamericana de tuberías.

### 1.1.2. Proyecto mecánico

El Proyecto “Estación de servicio de gas natural para uso automotor, Juriquilla”, en la ciudad de Querétaro consiste en la construcción y operación de una estación de servicio de expendio de gas natural al público, y pretende ser desplantado en un predio que cuenta con un área total de **3,125.86.86** m<sup>2</sup>, el cual tiene actualmente un uso comercial. El proyecto incluye además 1 local comercial y oficinas administrativas.

Mar C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (442) 2511114 - Cel (442) 3551111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Planeo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



La estación de servicio (EDS) tiene una altura máxima de 7 m, cuenta con 11 cajones de estacionamiento para vehículos particulares, dos cajones de estacionamiento para emergencias y un cajón de estacionamiento para personas con capacidades diferentes.

Dentro de la edificación se incluyen oficinas, baños públicos y un área comercial. En las oficinas se encuentran diversas áreas, en planta baja se cuenta con un cuarto destinado para el Conteo, Vestidores, Site y Aseo. En la planta alta se tiene un baño para el uso de empleados, un área común que serán estaciones de trabajo, un cuarto para Cocineta y uno más para Oficina de la Dirección. Por otra parte, se cuenta con los baños públicos, tanto para hombres y para mujeres, y un espacio destinado para un local comercial.

En cuanto a las dimensiones, el proyecto comprende 228.8 m<sup>2</sup> de construcción en oficinas planta baja, baños públicos y local comercial y 100.7 m<sup>2</sup> en planta alta.

Como se mencionó anteriormente el proyecto se desarrollará dentro de los límites de un predio con un área de **3,125.86.86.82 m<sup>2</sup>**. Dicha estación considera la instalación y colocación de:

- Estación de Regulación y Medición (ERM).
- Estación de Filtración
- Recinto de Compresión y Almacenamiento
- Subestación eléctrica, cuarto de control
- Servicios propios (oficina de mantenimiento, almacén de refacciones, cuarto vestidor, despachadores, baños públicos)
- Oficinas administrativas
- Canopy
- Local Comercial
- Patio de maniobras
- Zonas verdes
- Estacionamiento y vialidades

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (441) 7511114 - Cel (442) 3511111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Se contará con un total de seis dispensarios en total para vehículos automotores los cuales constan de dos pistolas despachadoras una de cada lado, así mismo, se consideran dos dispensarios para autobuses con dos pistolas despachadoras los cuales tienen la capacidad de atender un total de 10 vehículos automotores por manguera de flujo estándar y 2 autobuses por manguera de alto flujo en un horario de máxima demanda, teniendo en cuenta que el tiempo de servicio varía entre los 10 a los 15 minutos.

El desglose de las dimensiones y área ocupada por cada uso y disposición de espacio se especifican en la tabla siguiente:

**Tabla I.3 Usos y Áreas de la Estación de servicios para uso vehicular Juriquilla**

Uso Especifico	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Área comercial, Oficinas P.B y Baños	226.80	7.25%
Oficinas P.A	100.70	-
Áreas verdes	75.40	2.40%
Estacionamiento	159.75	5.10%
Circulaciones	2015.75	64.50%
Canopy autos	404.70	12.95%
Área Eléctrica	61.00	1.95%
Área de Compresión	159.00	5.10%
Estación de Regulación y Medición	23.45	0.75%
Área total del terreno	<b>3,125.86.86.85</b>	<b>100.00%</b>

M<sup>en</sup> C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (442) 751114 - Cel (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



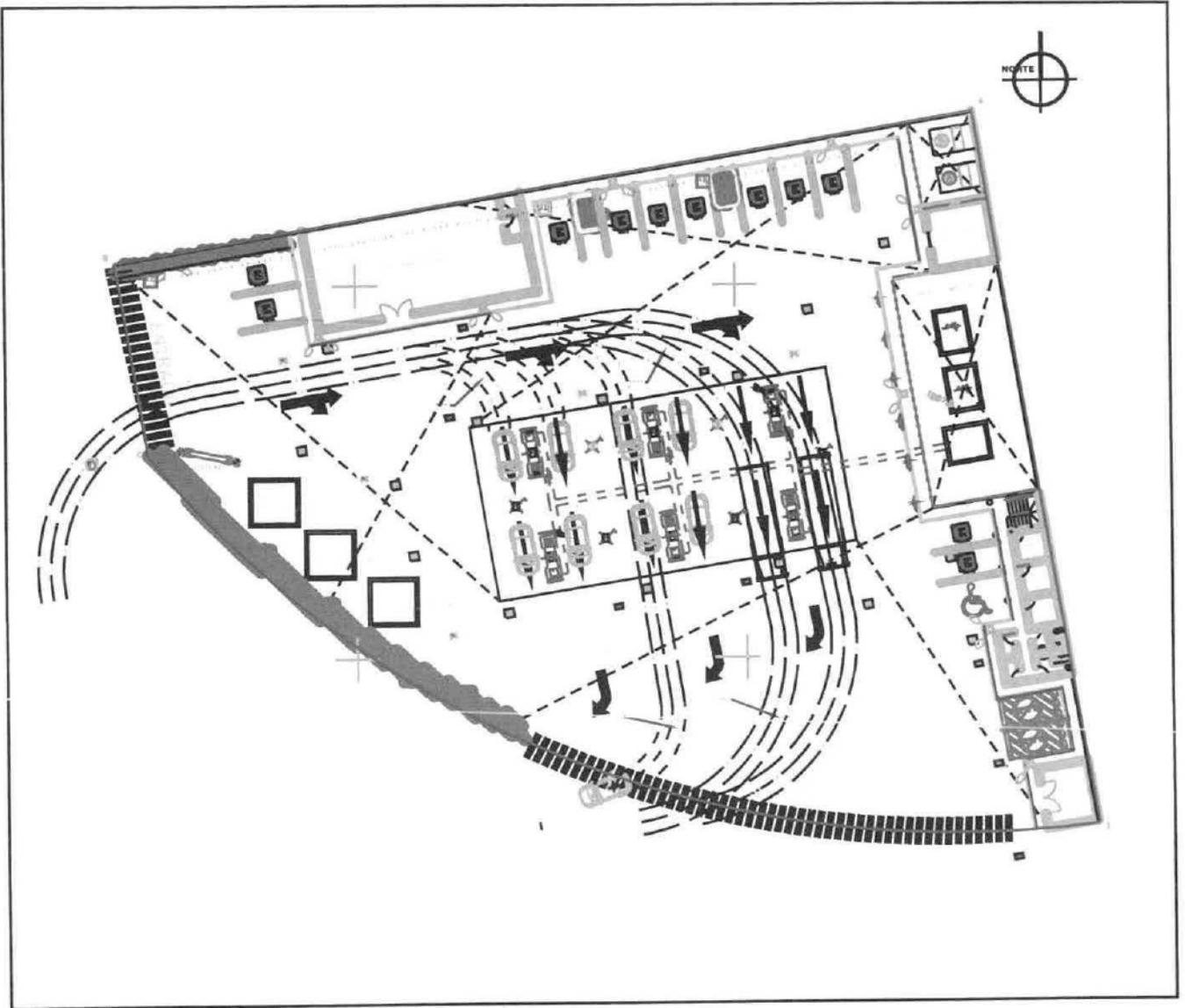


Figura I.2 Planta de Conjunto (Proyecto Arquitectónico)

*María C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina: (442) 751114 - Cel: (442) 3511111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Transparencia y  
Ética



Compromiso  
Profesional y  
Ambiental



Riesgo  
Evaluación y  
Gestión



Asesoría y  
Auditoría



Innovación  
Tecnológica y  
Gestión



Sostenibilidad  
Ambiental y  
Social



Calidad  
Ejecución y  
Servicio

**Tabla I.4 Dimensiones y Distribución de Áreas de Oficinas, Baños y Área Comercial de la Estación Juriquilla.**

Zona	Ubicación	Área (m <sup>2</sup> )
Site	Planta Baja	10.395
Conteo		10.395
Cuarto de Servicio		7.835
Vestidores		8.910
Pasillos		27.485
Baños Públicos Hombres		10.89
Baños Públicos Mujeres		8.085
Minimarket		135.00
Escaleras		8.910
<b>Total</b>		<b>91.80</b>
Sala de ventas y recepción	Planta Alta	29.70
WC empleados		2.90
Comedor		8.085
Bodega		7.835
Dirección		7.835
Sala de Juntas		7.835
Pasillo		27.485
<b>Total</b>	<b>100.70</b>	

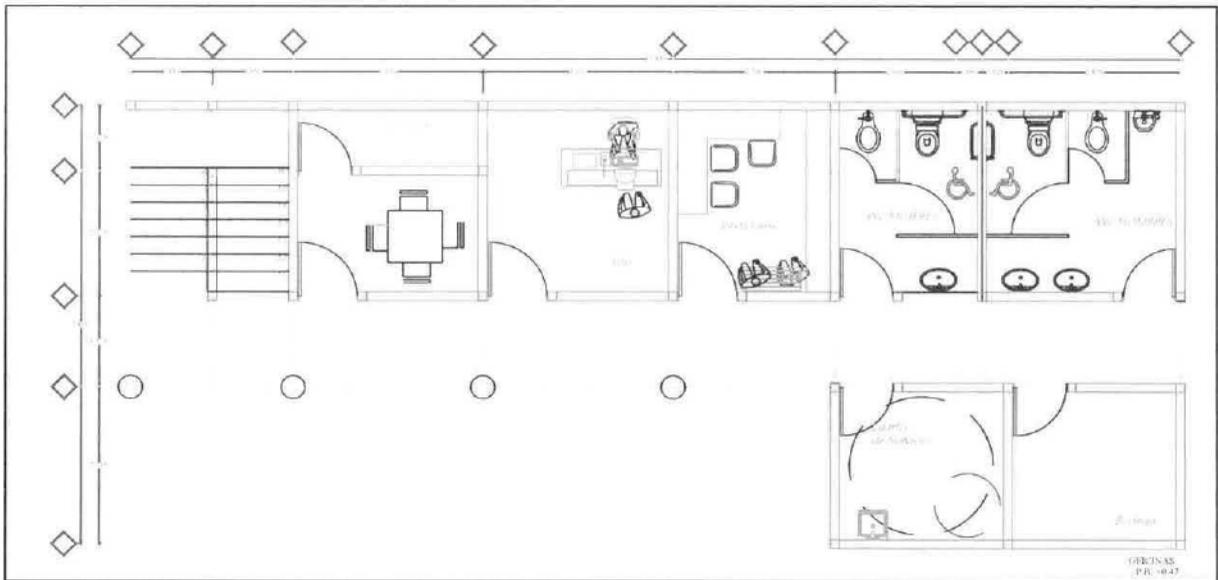
En la siguiente figura se muestra un acercamiento del plano arquitectónico del proyecto, específicamente del área de oficinas tanto de la planta baja como la planta alta.

María C. Anahí Silva Sánchez

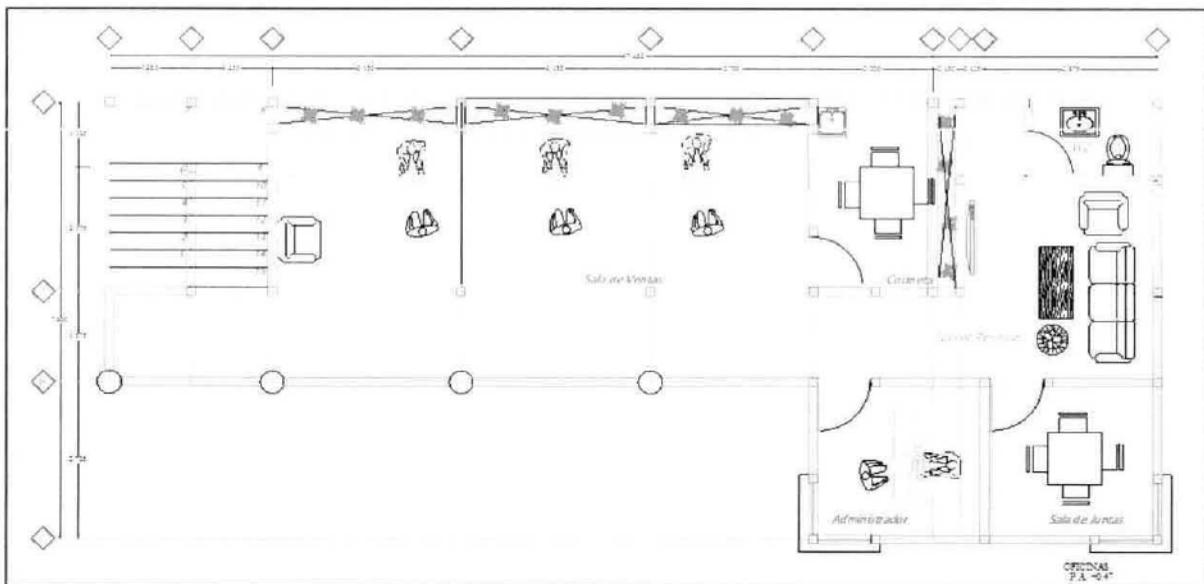
D.Firma (442)2751784 - Cel (442)3577118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Figura I.3 Área de Oficinas Planta Baja y Planta Alta**



**Figura I.4 Área de Oficinas Planta Baja y Planta Alta**

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

Défina 144826751114 - Cel 144213577118

Consultoría Ambiental - Ingesta Ambiental - Riego Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



**Ubicación de los equipos:**

**Tabla I.5 Coordenadas de los equipos de GNC**

COORDENADAS DE EQUIPOS DE GAS			
OBJETO	V	L COORDENADAS	
		Y	X
DISPENSARIO	D-1	2,289,096.2126	350,479.5971
DISPENSARIO	D-2	2,289,106.5965	350,474.197
DISPENSARIO	D-3	2,289,094.8104	350,485.1646
DISPENSARIO	D-4	2,289,108.1443	350,483.7465
DISPENSARIO	D-5	2,289,109.7922	350,493.3319
DISPENSARIO	D-6	2,289,101.4083	350,507.5258
COMPRESOR	C-1	2,289,116.4823	350,507.5258
COMPRESOR	C-2	2,289,11.4785	350,508.4177

*María C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina: (442) 751114 - Cel: (442) 1357113

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Casos de éxito - Gestión Ambiental



### I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

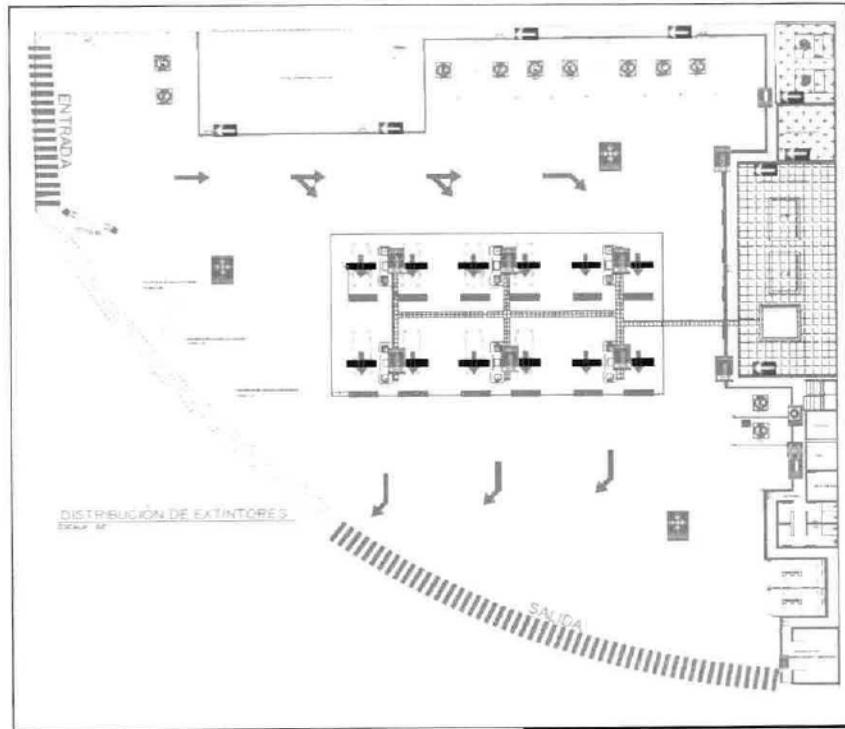


Figura I.5 Plano ubicación equipos contra incendio



Figura I.5 Plano ubicación equipos contra incendio

Men C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 251994 - Cel (442) 3519111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Environmental Services



**Figura I.5 Plano ubicación equipos contra incendio**

### Procedimiento en caso de incendio

Actuar de acuerdo con lo establecido en caso de emergencias, en caso que las labores estén siendo desempeñadas por un contratista, o una persona que desconozca el procedimiento, este debe actuar de la siguiente manera:

- a. Suspender todas las operaciones y trabajos en la EDS.
- b. Desconectar compresores desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.
- c. Cerrar la válvula manual de corte de gas, particular del equipo o general de la EDS según sea el caso.
- d. Después de cerrar válvulas (principalmente la que corresponda a fuente de ignición), lo que se espera es que el gas que se encuentre en las tuberías o equipos se consuma y la flama se extinga por sí misma. El mayor riesgo es que la flama alcance materiales combustibles, para lo cual es necesario extinguir este con los equipos auxiliares de combate (extinguidores). De no suceder esto esperar a que el fuego se apague. Es poco probable que se presente fuego con gas a alta presión, debido a que el combustible desplazará el oxígeno y no podrá tener la condición para que el fuego

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina 44487251184 - Cel 44721351118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





sea factible. Es importante el evitar flama o chispa, debido a que después de controlada una fuga de gas a alta presión las condiciones de flama o explosión pueden estar presentes por unos momentos. Es importante dejar se ventilen las áreas y se disperse el gas del ambiente antes de reiniciar operación.

- e. Notificar al administrador para que proceda con el procedimiento de notificación.
- f. De ser necesario, cerrar válvulas manuales de los tanques de recuperación de gas en compresores.
- g. Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir o controlar el incendio con los extintores.
- h. Según la magnitud del siniestro, avisar y pedir asistencia al cuerpo de bomberos y demás organismos de socorro.
- i. Si el control de la emergencia se sale de las capacidades y recursos de la EDS, evacuar inmediatamente las instalaciones.
- j. Se deberá emitir un reporte señalando los motivos que ocasionaron el siniestro.

#### **Incendio en Tablero de Control de compresor:**

- a) Parar compresor desde las paradas de emergencia.
- b) Suspender operaciones de carga o descarga de contenedores.
- c) Desconectar el panel de control desde la subestación eléctrica bajar cuchillas transformador.
- d) Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir el incendio, con extintores de polvo químico y de  $CO_2$ . No utilizar agua.

#### **Tipo de extintores**

- **Extintor de Polvo Químico Seco y  $CO_2$ :** extintor tipo BC, para incendios producidos por el material inflamable como gasolina, thinner, grasas, aceites y/o energía eléctrica. La función

M.en C. Anahi Silva Sánchez

Oficina 14482651114 - Cel 144213577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





de este tipo de extintores es eliminar el oxígeno con el polvo químico seco y el gas carbónico. El color es rojo.

- **Extintor de Polvo Químico Seco ABC:** Extintor de color rojo, sirve para apagar incendios producidos por materiales combustibles clase A, líquidos y gases inflamables, B y equipos eléctricos energizados clase C.

El mantenimiento de los extintores debe cumplir la verificación de 3 puntos básicos:

- *Partes mecánicas*
- *Agente extintor*
- *Agente expelente.*

Durante el mantenimiento anual no es necesario inspeccionar internamente los extintores de CO<sub>2</sub> o los extintores presurizados de PQS, sin embargo debe inspeccionarse externamente el estado de sus partes mecánicas.

Los extintores de PQS y agentes halógenos, que requieren prueba hidrostática cada 12 años, deben desocuparse cada 6 años para aplicarles los procedimientos de mantenimiento. La remoción del agente extintor de los extintores de halón debe realizarse en un sistema cerrado de recuperación. Los 6 años se cuentan a partir la de última fecha de recarga o prueba hidrostática.

**Registro del Mantenimiento:** Cada extintor debe tener una placa donde se indique el mes y año en que el servicio de mantenimiento fue realizado.

A los extintores que se les realice el mantenimiento de los 6 años debe colocárseles una placa metálica o de material igualmente durable donde se indique el mes y año de mantenimiento, las iniciales de la persona que lo realizó y la empresa responsable del mantenimiento.

#### **Recarga: Reemplazo del agente extintor:**

- Todos los extintores deben ser recargados después de cada uso o cuando lo indiquen los resultados de las inspecciones o el mantenimiento anual.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 2751111 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad



Compromiso  
Profesionalismo y  
Honestidad



Calidad  
Eficacia y  
Cuidado



Innovación y  
Eficacia



Conocimiento  
Experiencia y  
Análisis



Comunicación  
Eficacia y  
Claridad



Liderazgo  
Eficacia y  
Pasión



- Para la recarga deben seguirse las recomendaciones del fabricante, La cantidad de agente extintor debe ser verificada por peso, el peso total de la recarga deber ser igual al peso total marcado en el cuerpo del extintor.
- Los extintores solamente deben recargarse con agente extintor de igual composición química, características físicas y capacidad extintora al de la carga original. No se recomienda recargar los extintores con otro de agente extintor diferente al cual fue diseñado.
- Los PQS multipropósito no deben mezclarse con químicos de base alcalina.
- Se permite utilizar el remanente de agente extintor PQS después de una descarga, siempre y cuando el faltante de la carga corresponda al mismo tipo de PQS.
- El PQS de los extintores sometidos a la inspección de los 6 años puede reutilizarse, siempre y cuando se recupere en un sistema cerrado de recuperación para evitar su contaminación. Antes de reutilizar esta PQS debe verificarse su adecuada condición.
- Después de recargados los extintores presurizados y con agente auto expelente (CO<sub>2</sub>), deben ser sometidos a una prueba de verificación de fugas.
- Prueba hidrostática para extintores.

#### **Frecuencia:**

- a. Extintores de CO<sub>2</sub>: Cada 5 años
- b. Extintores de PQS: Cada 12 años
- c. Extintores halógenos: Cada 12 años
- d. Cilindros de Nitrógeno, Argón, CO<sub>2</sub> o cápsulas de agente inerte utilizados como agente expelente: Cada 5 años, excepto los de diámetro inferior a 2" y 2 ft de longitud que están exentos de prueba hidrostática. Presión de prueba 5/3 de la presión de servicio estampada en el cilindro.
- e. Los extintores provistos de manguera con válvula de cierre en la boquilla de descarga, deben realizársele prueba hidrostática a la manguera al mismo intervalo de tiempo del extintor en el cual está instalada.

*Mrs. C. Anahí Silva Sánchez*

Dfona (4412) 351114 - Cel. (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Responsabilidad &  
Cultura



Compromiso  
Político, Social y  
Humano



Calidad  
Económica y Cultural



Innovación  
Tecnológica y Cultural



Liderazgo  
Técnico y Humano



Compromiso  
Ambiental y Social



Formación y  
Desarrollo Personal



- f. Las mangueras de los extintores de CO<sub>2</sub> deben probarse a 1250 PSI
- g. Las mangueras de los extintores de PQS, deben probarse a 300 PSI o a la presión de servicio si esta es mayor.
- h. Los accesorios de los extintores rodantes que trabajan a baja presión deben probarse a 300PSI y los accesorios que trabajan a alta presión deben probarse a 3000PSI.
- i. Debe mantenerse un registro de las pruebas hidrostática, con el protocolo de prueba de cada extintor.
- k. Se deberá solicitar al proveedor del servicio la factura del servicio donde se indique el tipo de servicio realizado, fecha y cantidad de servicios realizados. Así también se solicitar un certificado de proveedor autorizado para realizar estos trabajos y un reporte de los trabajos efectuados. Se deberá mantener el registro de estos servicios para soportar ante autoridades que lo soliciten y para la certificación anual de la estación.

#### **Sistema de manejo de agua a presión**

No se tiene sistema de manejo de agua a presión.

Sistemas de auxiliares: Alarmas, sistemas de comunicación, rociadores, antichispas, etc.

#### **Procedimiento en caso de explosión**

**Alcance:** este procedimiento se aplica durante y después que ocurra una explosión del transformador en la EDS.

**Procedimiento:** verifique con precaución que no existen cables visibles de expuestos, chispas o llamas. Asegurarse de que no existe fuego. En caso de existir fuego, proceda de acuerdo con a lo siguiente:

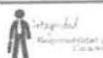
#### **Durante el incendio:**

- Si usted detecta un fuego, de aviso inmediato al Administrador de la EDS y llamar al jefe de Emergencias

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina: (448) 2751774 - Cel: (442) 3597112

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Diagnóstico Ambiental - Capacitaciones - Explotación Ambiental





- Accione cualquiera de las paradas de emergencia
- Cierre la válvula de la ERM de color rojo (en caso de ser necesario)
- Avisar a los compañeros
- Utilizar los extintores de acuerdo al tipo de incendio, ubicados en las áreas de despacho o zona de compresores
- Si el fuego no lo apaga con la aplicación de extintores, de aviso al cuerpo de bomberos.
- Si el fuego no es controlado evacue el área conservando la calma siguiendo los procedimientos de evacuación
- Camine ligero y evite correr

#### Después del incendio:

- Realizar evaluación del impacto sobre personas, máquinas ambiente y procesos provocados por la emergencia
- Realizar investigación de cómo y por qué sucedió la emergencia
- Recoger y depositar los residuos en el contenedor de basura dispuestos en las estaciones para la disposición final de estos residuos
- Aquellos residuos que por su tamaño y grado de contaminación, deben eliminarse de acuerdo al criterio de la autoridad ambiental.

## 1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

El Proyecto Estación de servicio de gas natural para uso automotor “Juriquilla”, en la ciudad de Querétaro consiste en la construcción y operación de una estación de servicio de expendio de gas natural al público, y pretende ser desplantado en un predio que cuenta con un área total de 3,125.86.86 m<sup>2</sup>, el cual tiene actualmente un uso de suelo comercial. El proyecto incluye además 1 local comercial y oficinas administrativas.

*Mar C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442)2511114 – Cel (442)3571113

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





### Planes de crecimiento a futuro

No existen planes de crecimiento a futura debido a que la capacidad del equipo no puede ser incrementada.

El usuario consumirá gas natural a lo largo de las 24 horas del día, durante los 365 días del año en *forma constante*

### Fecha de inicio de operaciones

Se pretende iniciar operaciones 6 meses después de la obtención de los permisos correspondientes. (Ver calendario de actividades).

### Descripción de la instalación

El diseño, especificaciones de construcción y operación del proyecto se encuentran bajo lo estipulado en la NOM-010-SECRE-2002 Referente A Gas Natural Comprimido Para Uso Automotor-Requisitos Mínimos De Seguridad Para Estaciones De Servicio. En dicha norma se determina una clasificación de los tipos de Estación de acuerdo a las características y elementos de las mismas. Para el caso del presente estudio la Estación de Servicio corresponde a Tipo de Llenado Rápido, las cuales están constituidas por los componentes básicos siguientes: Estación de regulación y medición; Sistema de compresión; Almacenamiento (cascada pulmón); Surtidor o poste; Sistema de paro de emergencia; Filtro a la entrada y salida del compresor; Sistema de seguridad contra incendio, y Componentes de seguridad de alarma. Los elementos optativos son: Panel prioritario; Panel secuencial; Secador de gas; Sistema de compensación de carga, y Odorizador.

Como se mencionó anteriormente el proyecto se desarrollará dentro de los límites de un predio con un área de **3,125.86.86.82 m<sup>2</sup>**. Dicha estación considera la instalación y colocación de:

- Estación de Regulación y Medición (ERM).
- Estación de Filtración
- Recinto de Compresión y Almacenamiento

Men C. Anahí Silva Sánchez

Dfona (448)2751784 - Cel (442)3599118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



- Subestación eléctrica, cuarto de control
- Servicios propios (oficina de mantenimiento, almacén de refacciones, cuarto vestidor, despachadores, baños públicos)
- Oficinas administrativas
- Canopy
- Local Comercial
- Patio de maniobras
- Zonas verdes
- Estacionamiento y vialidades

Se contará con un total de seis dispensarios en total para vehículos automotores los cuales constan de dos pistolas despachadoras una de cada lado, así mismo, se consideran dos dispensarios para autobuses con dos pistolas despachadoras los cuales tienen la capacidad de atender un total de 10 vehículos automotores por manguera de flujo estándar y 2 autobuses por manguera de alto flujo en un horario de máxima demanda, teniendo en cuenta que el tiempo de servicio varía entre los 10 a los 15 minutos.

El desglose de las dimensiones y área ocupada por cada uso y disposición de espacio se especifican en la tabla siguiente:

**Tabla I.6 Usos y Áreas de la Estación de servicios para uso vehicular Juriquilla**

Uso Específico	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Área comercial, Oficinas P.B y Baños	226.80	7.25%
Oficinas P.A	100.70	-
Áreas verdes	75.40	2.40%
Estacionamiento	159.75	5.10%
Circulaciones	2015.75	64.50%
Canopy autos	404.70	12.95%
Área Eléctrica	61.00	1.95%
Área de Compresión	159.00	5.10%

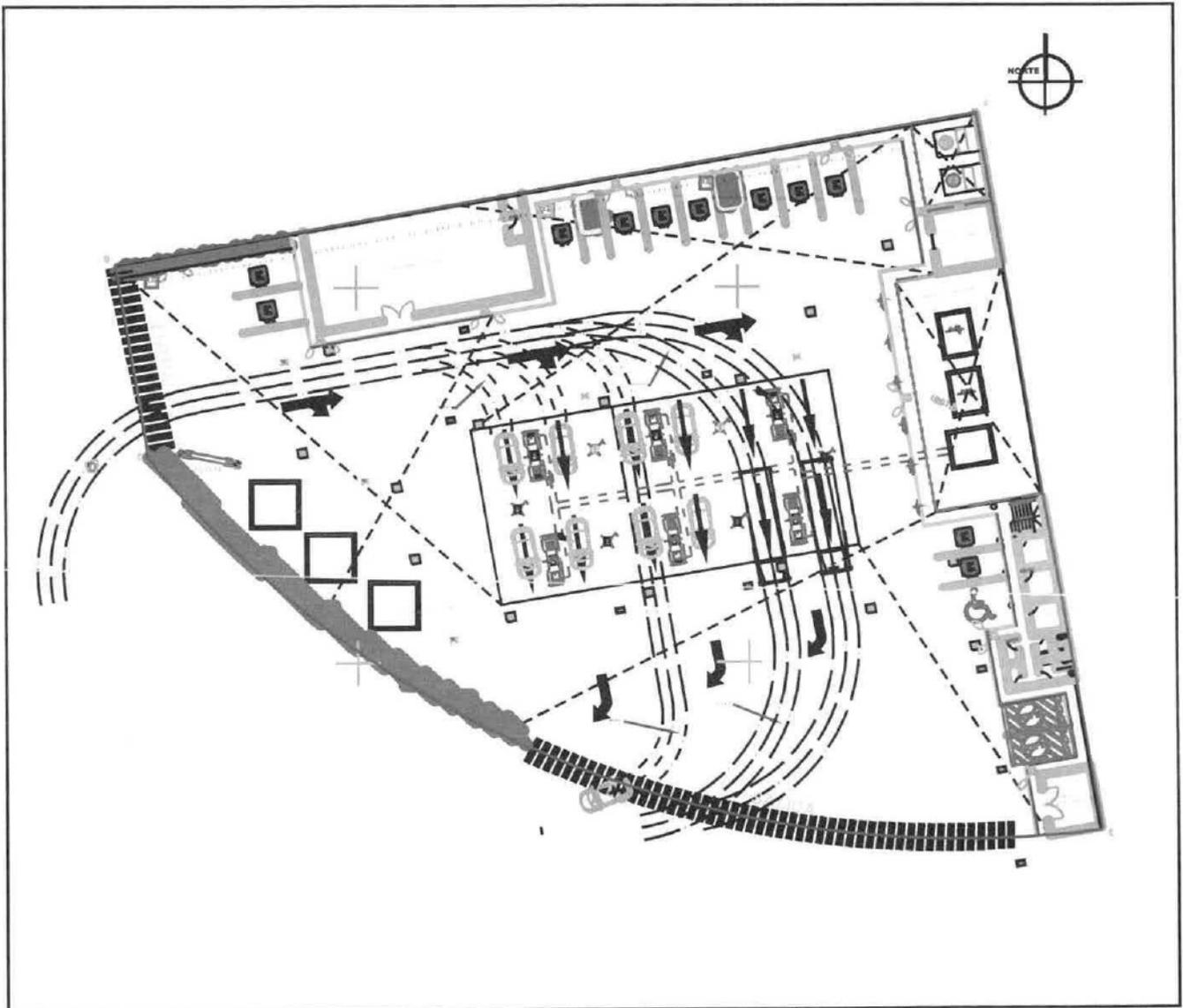
*Mer C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (449)2351114 - Cel (449)3571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Uso Especifico	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Estación de Regulación y Medición	23.45	0.75%
Área total del terreno	3,125.86.86.85	100.00%



**Figura I.6 Planta de Conjunto (Proyecto Arquitectónico)**

*Mer C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (4422) 751114 - Cel (4422) 3577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Honestidad y Ética



Compromiso  
Proactividad y  
Iniciativa



Pasión  
Energía y Calidad



Innovación  
Creatividad



Conocimiento  
Experiencia y Aprendizaje



Compromiso  
Esfuerzo y Valor  
Contribución



Flexibilidad y Perseverancia

**Tabla I.7 Dimensiones y Distribución de Áreas de Oficinas, Baños y Área Comercial de la Estación Juriquilla.**

Zona	Ubicación	Área (m <sup>2</sup> )
Site	Planta Baja	10.395
Conteo		10.395
Cuarto de Servicio		7.835
Vestidores		8.910
Pasillos		27.485
Baños Públicos Hombres		10.89
Baños Públicos Mujeres		8.085
Minimarket		135.00
Escaleras		8.910
<b>Total</b>		<b>91.80</b>
Sala de ventas y recepción	Planta Alta	29.70
WC empleados		2.90
Comedor		8.085
Bodega		7.835
Dirección		7.835
Sala de Juntas		7.835
Pasillo		27.485
<b>Total</b>	<b>100.70</b>	

En la siguiente figura se muestra un acercamiento del plano arquitectónico del proyecto, específicamente del área de oficinas tanto de la planta baja como la planta alta.

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 2751794 - Cel (442) 3571117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



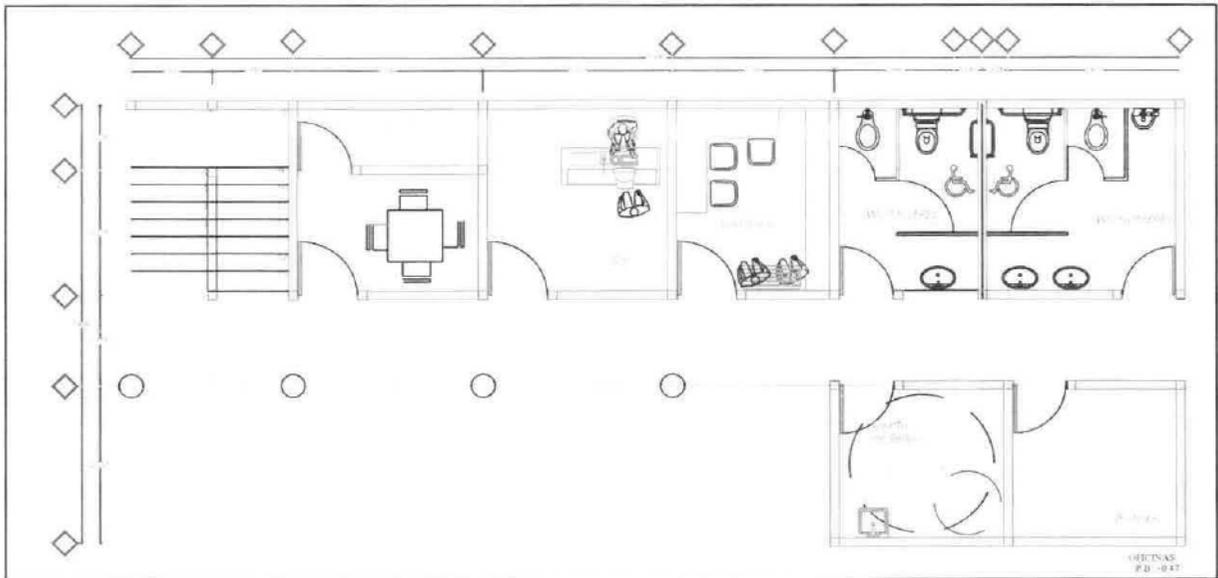


Figura I.7 Área de Oficinas Planta Baja y Planta Alta

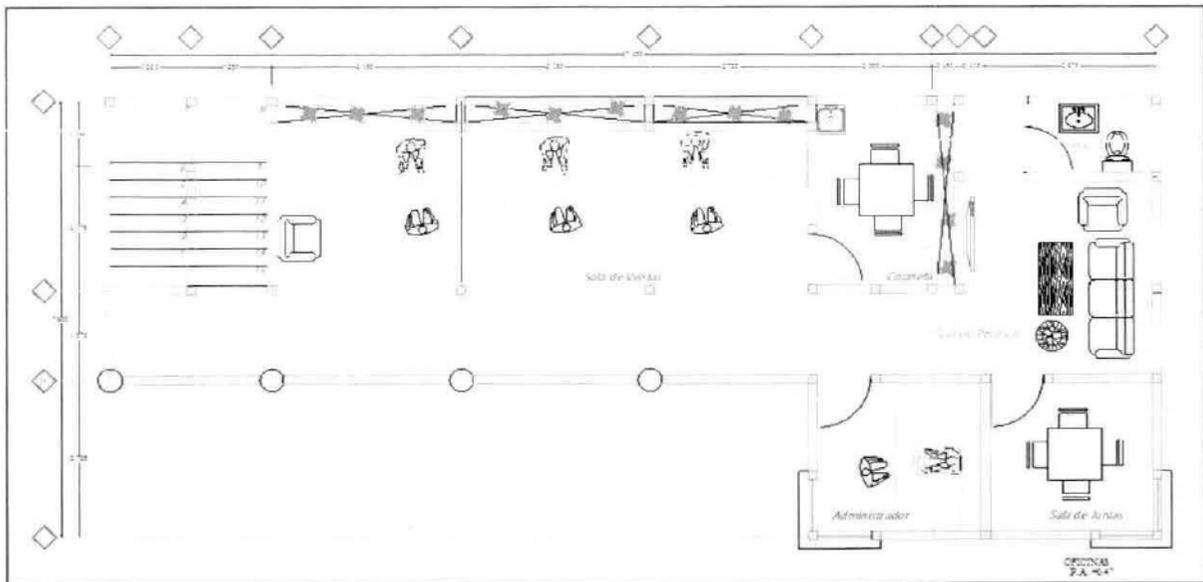


Figura I.8 Área de Oficinas Planta Baja y Planta Alta

Men C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (448) 751194 - Cel (442) 3571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



**Ubicación de los equipos:**

**Tabla I.8 Coordenadas de los equipos de GNC.**

COORDENADAS DE EQUIPOS DE GAS			
OBJETO	V	L COORDENADAS	
		Y	X
DISPENSARIO	D-1	2,289,096.2126	350,479.5971
DISPENSARIO	D-2	2,289,106.5965	350,474.197
DISPENSARIO	D-3	2,289,094.8104	350,485.1646
DISPENSARIO	D-4	2,289,108.1443	350,483.7465
DISPENSARIO	D-5	2,289,109.7922	350,493.3319
DISPENSARIO	D-6	2,289,101.4083	350,507.5258
COMPRESOR	C-1	2,289,116.4823	350,507.5258
COMPRESOR	C-2	2,289,11.4785	350,508.4177

**Vida útil**

La vida útil del proyecto será de 30 años

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

D. Oficina (44822) 751174 - Cel. (442) 95991118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



### Plano de localización

La estación de compresión de gas natural se instalará en la Carretera Querétaro-San Luis Potosí 0, Fracción 52, La Solana, Juriquilla, Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto:



Figura I.9 Localización a nivel estatal del predio para construcción EDS Juriquilla

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Difusa (442) 751114 - Cel (442) 9577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Manejo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

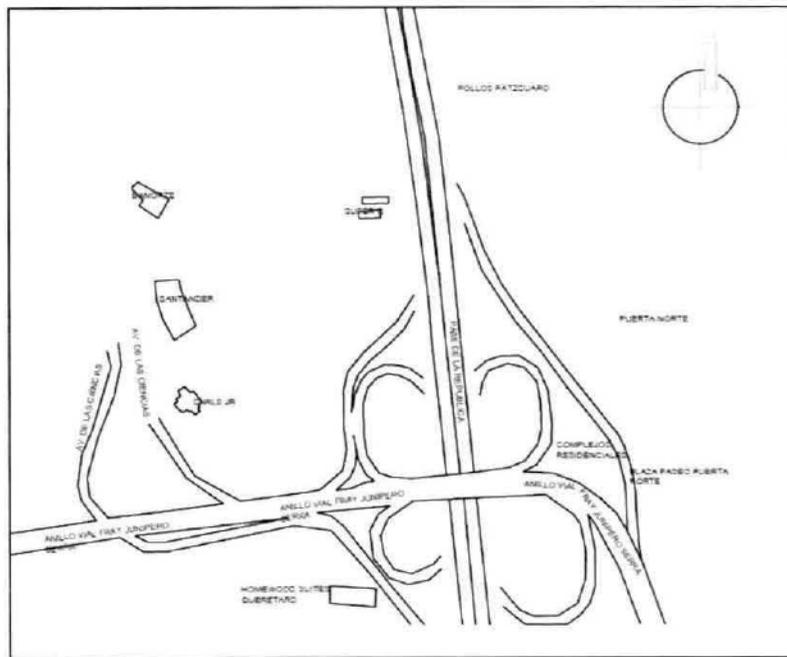


Figura I.10 Ubicación del predio

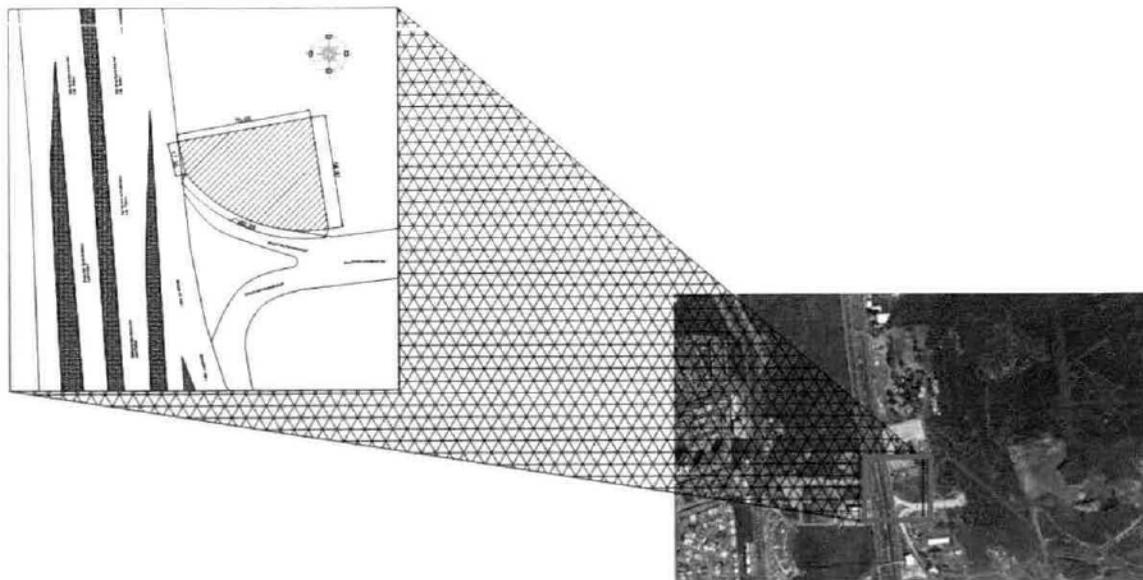


Figura I.11 Delimitación del área de estudio, ubicación del predio

M.en C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 2751124 - Cel. (442) 3577118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Investigación Ambiental



### **Colindancias y usos de suelo cercanos al proyecto**

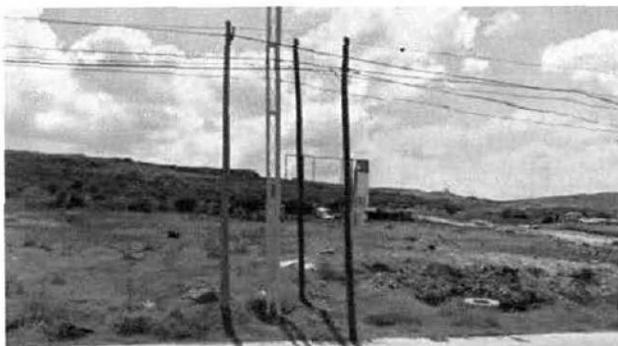
La selección del sitio se llevó a cabo considerando el alto flujo vehicular de la avenida en la que se ubica, las actividades circundantes y la demanda de este tipo de servicio, ya que este establecimiento de abastecimiento de combustibles proporcionará servicios fundamentales para las actividades económicas y sociales de esa zona de la ciudad de Querétaro y favorecerá el buen funcionamiento, seguridad y adecuado mantenimiento para conservar y mejorar el entorno urbano del centro de población.

Así mismo se consideró la factibilidad, por parte del proveedor, para llevar hasta el predio el suministro de gas natural.

Adicionalmente, se consideró que el sitio del proyecto no contaba con vegetación importante dentro de su superficie, es decir, es un predio con características adecuadas para la construcción y operación del proyecto.

#### **Colindancias del predio:**

- Al norte y al oriente, terreno baldío
- Al poniente; Carretera Querétaro-San Luis Potosí.
- Al sur, Calle sin pavimentar.



**Figura I.12 Izquierda: Colindancia Oriente: Terreno baldío**

**Derecha: Colindancia Norte: Terreno baldío**

Mer C. Anahí Silva Sánchez

D.F. 4421351794 - Cel. 44213599111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Fie y/o Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Figura I.13 Izquierda: Colindancia Sur: Calle sin pavimentar.**  
**Derecha: Colindancia Poniente: Carretera Querétaro-San Luis Potosí.**

El predio del proyecto se localiza dentro del municipio de Querétaro, al **Norte** linda la Sociedad Industrial Turística Ankra, S.A., al **Sur** con Fracción segunda de la Ex Hacienda La Solana, al **Oriente** con fracción II de la Ex Hacienda La Solana, al **Poniente** tiene su frente con Carr. México-Piedras Negras (de acuerdo a las escrituras 53027).

Las coordenadas correspondientes para el polígono de la Estación de Servicio de Gas Natural para uso vehicular Juriquilla son:

- Datum y Zona: WGS84 UTM Zona 14Q.
- Coordenadas del Polígono.

**Tabla I.9 Coordenadas del predio**

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	2,289,133.8939	350,508.9248
A	B	S 80°01'18.48" W	69.950	B	2,289,121.9467	350,441.0177
B	C	S 09°28'52.70" E	15.661	C	2,289,106.500	350,443.5974

*Mer C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (441)2751114 - Cel (442)3571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
C	E	S 68°07'12.74"	80.744	E	2,289,076.4100	350,518.5250
		CENTRO DE CURVA	LONG. CURVA=84.386	D	2,289,158.0773	350,507.8159
		DELTA=58°42'2.93"	SUB. TAN. =46.3117			
		RADIO=82.366				
E	A	N 09°28'52.70" W	58.280	A	2,289,133.8939	350,508.9240

SUPERFICIE=3,125.86.86.856 m<sup>2</sup>



Figura I.14 Puntos geográficos mapa google

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 751774 - Cel (442) 9571119

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



Integridad

Responsabilidad y

Compromiso

Confianza

Transparencia y

Honestidad



Ética

Conducta y

Calidad



Innovación y

Excelencia



Conocimiento

Talento y

Formación



Sostenibilidad

Transparencia, Más

Compromiso y

Calidad



Eficiencia y

Productividad



Calidad y

Excelencia



### Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad

El proyecto pretende ser desplantado en un predio que cuenta con un área total de 3,125.86.86.85 m<sup>2</sup>, el cual tiene actualmente un uso comercial.

### Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación

La selección del sitio se llevó a cabo considerando el alto flujo vehicular de la avenida en la que se ubica, las actividades circundantes y la demanda de este tipo de servicio, ya que este establecimiento de abastecimiento de combustibles proporcionará servicios fundamentales para las actividades económicas y sociales de esa zona de la ciudad de Querétaro y favorecerá el buen funcionamiento, seguridad y adecuado mantenimiento para conservar y mejorar el entorno urbano del centro de población.

Así mismo se consideró la factibilidad, por parte del proveedor, para llevar hasta el predio el suministro de gas natural.

El predio se localiza en una zona de uso comercial, no cuenta con asentamientos habitacionales como se muestra en la siguiente figura:



Figura I.15 Colindancias de la EDS en un radio de 500 metros en su entorno

Men C. Anahi Silva Sánchez

D.F. 144872751784 - Cel 144233591117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Adicionalmente, se consideró que el sitio del proyecto no contaba con vegetación importante dentro de su superficie, es decir, es un predio con características adecuadas para la construcción y operación del proyecto.

La superficie del proyecto no se encuentra ubicada dentro o cerca de áreas naturales protegidas Federales, Estatales y Municipales.

### **Número de personal necesario para la operación de la instalación**

Personal Requerido Capacitado

- 1 Administrador
- 6 promotores por turno (tres turnos)
- 3 Jefes de turno
- 1 Intendente

#### **I.2.1. Hojas de seguridad**

Como anexo se presentará la Hoja de seguridad del Gas natural.

#### **I.2.2. Almacenamiento**

- El módulo de almacenaje permite que el exceso de GNC, sea capturado y almacenado cuando es comprimido por un compresor de GNC.
- El marco es de construcción soldada con una base de acero estructural.
- El marco tiene incorporados puntos de izaje y las conexiones están diseñadas para asegurar los cilindros y que no se muevan.
- Cada cilindro está montado verticalmente para permitir un fácil acceso de cada cilindro individualmente en caso de su mantenimiento.
- Cada cilindro tiene una válvula manual de aislamiento y se colocan válvulas de exceso de flujo para cada línea de los bancos.
- Una válvula de acero inoxidable de aislamiento en cada banco de almacenamiento.

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 751114 - Cel (442) 7511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



- Base estructural de acero con ganchos de izaje
- Manómetro en cada línea escala 0/6000 psi.
- Válvula de seguridad ajustada a 4000 psi.
- Válvula de cierre rápido y válvula de exceso flujo en cada línea.

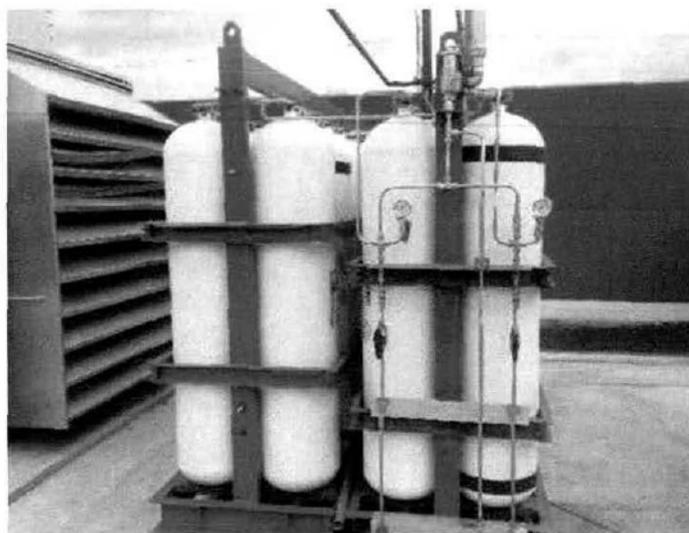


Figura I.16 Banco de almacenamiento

ESPECIFICACIONES DEL ALMACENAMIENTO	
EQUIPO	CASCADA DE ALMACENAMIENTO 250 BAR GNC
CAPACIDAD POR CILINDRO	125 Lit
CAPACIDAD TOTAL EN LITROS	4000
CANTIDAD DE CILINDROS	32
DISPOSICIÓN	8x4 (VERTICAL)
NÚMERO DE BANCOS	3

Men C. Anahí Silva Sánchez

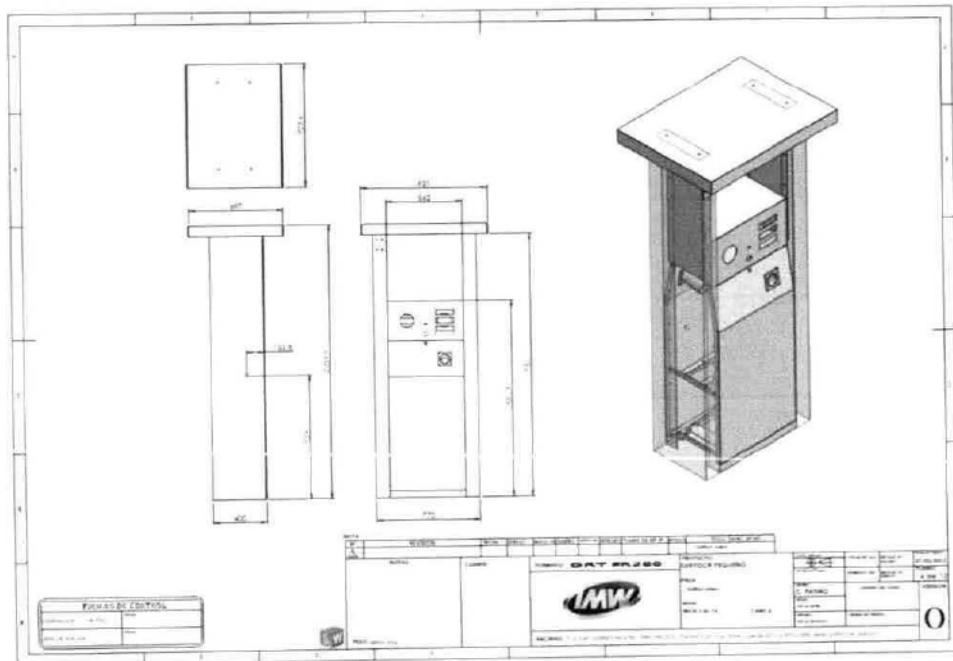
Oficina (442) 751194 - Cel (442) 351111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



ESPECIFICACIONES DEL ALMACENAMIENTO	
PRESIÓN DE TRABAJO	250 Bar
PRESIÓN DE PUEBRA	375 Bar
PESO TOTAL APROXIMADO	6400 Kg

**Surtidor IMW D-3L/1L-SF-2H**



**Figura I.17 Surtidor IMW**

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448)2-751114 - Cel (442)3517111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Pasaje Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Figura I.18 Surtidor IMW

Tabla I.10 Surtidor IMW

IMW3000X H-25LC	
DESCRIPCIÓN	SURTIDOR CNG
MODELO	IMW3000X H-25LC
COMPONENTES MECÁNICOS	
RATA DE FLUJO	7g/s a 250 g/s
PRESIÓN DE LLENADO	2900 PSIG @ 20°C
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-40°C a 65°C
COMPONENTES ELÉCTRICOS	
ALIMENTACIÓN	2 AMPS
VOLTAJE	120
Hz	50/60

El surtidor está clasificado eléctricamente como clase 1, división 1, grupo D, a prueba de explosión. Todo el cableado del surtidor debe ser a prueba de explosión de acuerdo a la clasificación de clase 1, división 1, grupo D. Los requisitos del cableado incluyen encendido del dispositivo del surtidor, cableado de los botones de apagado de emergencia y otros cableados requeridos para las interconexiones de control de consolas y los sistemas de acceso de tarjetas. Para detalles en la

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448)2-751184 - Cel. (448)13591111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



instalación del cableado, ver los diagramas del surtidor con la instalación del sistema eléctrico. La caja a prueba de explosión, donde está todo el sistema de cableado debe ser completamente cerrada.

El dispositivo de desconexión por desprendimiento (breakaway) es montado sobre la manguera del surtidor corriente arriba de la parte superior flexible de la manguera de llenado. La desconexión por desprendimiento es un dispositivo de seguridad que protege al surtidor en caso de que un vehículo a gas dé marcha con la boquilla de llenado conectada. Cuando el vehículo hala la manguera de llenado con suficiente fuerza, la válvula breakaway se separará antes de que ocurra un daño dentro de la cabina o en la manguera. El acople de alta presión automáticamente cierra el flujo de gas previniendo una fuga.

### 1.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

#### Estación de Regulación y Medición (ERM)

La ERM está construida con tubería de acero negro al carbón cedula 80 hasta los elementos reguladores, donde se disminuye la presión de suministro de 12-7 bar que será la presión de trabajo de la ERM, la cual está constituida por una ingeniería que garantiza la seguridad del centro de trabajo.

La operación y mantenimiento de la ERM, es responsabilidad del distribuidor y solo personal de la distribuidora debidamente capacitado, la operará y hará el mantenimiento mediante un programa de revisión trimestral y se tendrá contacto telefónico mediante un número de emergencias los 365 días del año las 24 horas, por cualquier anomalía o incidente, que se presente en la misma.

Dicha Estación cuenta con los siguientes elementos:

- **Ingeniería ERM.**

**Válvulas manuales de cierre general.** Estas se encuentran a la entrada de la ERM y su función es cortar el suministro de gas al interior de la misma. La posición de cierre es con el maneral perpendicular al cuerpo de la estación a un ángulo de 90°. Para restablecer el flujo de gas natural al

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 251184 – Cel (442) 3577118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - P. Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





interior de la Estación se gira el maneral de hasta quedar paralelo al cuerpo de la estación a 0° con este procedimiento queda habilitado el flujo de nueva cuenta.

**Filtros de sólidos.** La función de los filtros separadores de sólidos es no dejar pasar alguna partícula solida al interior de la ERM, evitando así que algún elemento de la misma se dañe, como reguladores o el mismo medidor.

**Reguladores de Presión.** Estos tienen como función el regular la presión de suministro de gas natural al interior de la estación de gas natural comprimido, a la presión de trabajo que es de 7 bar, también en caso de haber una sobre presión, están configurados a un punto de rango 1.5 bar para evitar una sobrepresión dentro de la estación, para garantizar en todo momento la seguridad del centro de trabajo.

**Medidor Mecánico.** Este es el elemento primario de medición, el cual es de desplazamiento positivo y mide el volumen no corregido, tiene como toda la ERM, certificados de calibración del fabricante para garantizar en todo momento la medición del volumen desplazado no corregido.

**Electro corrector.** El electro corrector es el elemento electrónico, que integra el dato de volumen no corregido del medidor más las variables de temperatura y presión a la cual está sometido el gas natural, el cual es altamente compresible y requiere de ser corregido en su medición por medio de la forma de factor de corrección, la cual esta descrita en las condiciones generales para la prestación del servicio, para tener una correcta medición al momento de ser suministrado por el distribuidor.

**Válvulas de Seccionamiento.** Se encuentran al final de la estación y nos sirven para seccionar las líneas de la ERM en caso de necesitar mantenimiento y poder poner en funcionamiento el by-pass de la misma para que funcione en todo momento.

**Manómetros.** Antes y después de cada paso de regulación se tienen manómetros certificados por el fabricante y el distribuidor, para saber en todo momento de manera visual la presión en la ERM tanto de entrada como a la salida.

M.en C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (441) 2751114 - Cel (442) 3591111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



## Compresor

El compresor es un equipo que cuenta con una capacidad de comprimir 1409 m<sup>3</sup>/hora, es de origen canadiense y funciona con las siguientes condiciones:

- Opera a la presión de succión de 7 bar y con una alimentación de energía eléctrica de 440 voltios. Está equipado con un sistema de arranque suave para evitar la caída repentina de tensión en el sistema eléctrico, evitando que se activen los sensores. Registra su funcionamiento en el tablero general del compresor que se encuentra dentro del cuarto de Máquinas de la estación.



Figura I.19 Compresor

## Cascada Pulmón.

La función de este equipo, es prolongar el tiempo de arranque y paro del compresor para optimizar el funcionamiento del mismo, este sistema está conformado por una batería de 32 tanques fabricados de una sola pieza libre de soldaduras.

María C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (442) 751994 - Cel (442) 9599119

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Consultaciones - Gestión Ambiental



Conformado con una válvula de ingreso y salida de gas comprimido con la capacidad de operar a 1.5 veces la presión de trabajo, los tanques al ser de una sola pieza capaces de soportar 1.5 veces la presión de operación la cual es de 250 bar, la “cascada pulmón” esta de manera constante regresando el gas comprimido al compresor por lo cual no funciona como almacenamiento, sino como un pulmón en el trabajo del compresor haciendo que el volumen que circula por el mismo aligere el trabajo de arranque y paro del compresor y poder suministrar la capacidad nominal del compresor.

### **Instalación Interna Alta Presión.**

La instalación interna de alta presión es de acero inoxidable, con conexiones roscadas libres de soldaduras alojada dentro de una trinchera para su protección mecánica a los esfuerzos, generados por el tráfico dentro de la estación de gas comprimido NATGAS. Esta tubería ha sido probada como lo especifica la NOM 010-SECRE-2002 de la Secretaría de Energía la cual norma a las estaciones de gas natural comprimido, a 1.5 veces la presión de trabajo por medio de una prueba hidrostática y con la presencia de la unidad de verificación acreditada para emitir el dictamen aprobatorio para el funcionamiento de la misma. Esta suministra el gas natural comprimido a los dispensarios en los cuales se realiza el suministro y venta del gas natural comprimido.

Para la operación y mantenimiento se tiene por norma que hacer una revisión anual por la unidad de verificación acreditada y esta misma valida el dictamen y las condiciones de operación para que la instalación pueda ser operada a las condiciones de trabajo que se requieren.

### **Dispensarios Generales.**

Los dispensarios inicialmente están certificados y calibrados por el fabricante, para el correcto funcionamiento de los mismos, estos se les programa el precio del gas natural por metros equivalentes a gasolina Magna y viene configurados por el fabricante para la presión de suministro que es de 200 bar.

Los dispensarios están conformados por dispositivos reguladores que al detectar una variación de presión fuera de los parámetros de funcionamiento, harán un paro para que se revise la presión y el

*Mer C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina 144872751114 - Cel 14421351118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Construcción - Gestión Ambiental





correcto suministro del gas a los usuarios de la estación de gas natural comprimido. Los dispensarios, tienen un software que se comunica al sistema IT de la estación para cuantificar la venta y facturación del gas natural comprimido y a su vez este software tendrá la información de cada cliente, a través de un chip que estará instalado en cada unidad que sea cliente de la estación de gas natural comprimido. Para el arranque operativo se iniciará con 2 dispensarios de flujo estándar y uno de alto flujo para buses, adicionalmente se colocará un surtidor más de flujo estándar, en cuanto la demanda vehicular lo requiera. Considérese esto como una segunda etapa operativa.



**Figura I.20 Surtidor**

Para la operación y mantenimiento de los dispensarios se revisa el manual de dispensario del fabricante.

Antes y Durante el Suministro de combustible:

- Verificar que el motor del vehículo este apagado.
- Verificar que todo componente eléctrico del vehículo este apagado.
- Verificar que no haya ninguna persona en el interior del vehículo

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 2751994 - Cel (448) 3599112

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





- Verificar que todos los ocupantes del vehículo estén a una distancia prudencial del mismo.
- Verificar que la presión del Gas Natural Vehicular, en el surtidor sea de 200 bar.

#### Proceso de Carga:

- Verificar que el vehículo se ubique a una distancia tal que la boquilla de la manguera del surtidor alcance perfectamente a conectarse con la válvula de carga del vehículo.
- Conectar la boquilla de la manguera del surtidor con la válvula de carga del vehículo.
- Abrir la válvula de 3 vías girando la manija 180 grados hacia la posición de llenado.
- Prender el Switch de autorización del surtidor.
- Cuando el vehículo haya terminado de carga, el surtidor para automáticamente. Se muestra en las pantallas del surtidor el valor y volumen de la carga.
- Apagar el Switch de autorización del surtidor.
- Cerrar la válvula de la boquilla de la manguera del surtidor girando la manija de la válvula de 3 vías 180 grados hacia la posición de venteo.
- Desconectar la boquilla de la manguera del surtidor de la válvula de carga del vehículo.
- Regresar la boquilla a su posición en el surtidor.
- Para el caso de los autobuses suburbanos se tiene que realizar el mismo proceso, con la diferencia que estos tienen la punta de carga en la parte posterior.

#### 1.2.4. Pruebas de verificación

De acuerdo a la NOM-010-SECRE-2002 se realizaran las especificaciones y requisitos de seguridad en la Estación de Servicio.

- Los sistemas de las estaciones de servicio deben estar diseñados para operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para cilindros con presión de servicio de 20 MPa (200 bar) y/o 25 MPa (250 bar).

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 751994 - Cel (442) 3599118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



- En las estaciones de servicio el llenado del cilindro no debe de exceder la presión de operación máxima permitida y debe cargarse de conformidad con la norma de fabricación. La presión de llenado de los cilindros de los vehículos en una estación que cuente con un sistema de compensación de temperatura no debe exceder los 25 MPa (250 bar), cualquiera que sea la temperatura.
- La presión de GNC en los recipientes de la estación de servicio no debe exceder 34.5 MPa (352 kgf/cm<sup>2</sup>, 5000 lb/plg<sup>2</sup>).
- Los recipientes de GNC de la estación de servicio deben tener certificados de que han sido diseñados, construidos, inspeccionados, marcados y probados de acuerdo con alguna de las normas siguientes: ISO 9809; ASME Boiler and Pressure Vessel Code, sección VIII o sección X DOT-3AA.
- El GNC debe tener un olor distintivo suficiente para que su presencia sea detectada cuando la proporción en el aire no sobrepase la quinta parte del límite inferior de explosividad, de acuerdo con la NOM-006-SECRE-199, Odorización del Gas Natural.

#### *Estaciones de llenado rápido*

- Las estaciones de servicio deben contar con la memoria técnico-descriptiva del diseño, construcción y cumplir con los requisitos mínimos de seguridad que se establecen en la norma:
- Todos los recintos deben estar protegidos en forma perimetral para permitir el acceso solo 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.
- Los equipos de compresión deben ser diseñados para el manejo de gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales se someten bajo condiciones de operación.
- Los equipos de compresión deben tener válvulas de relevo de presión después de cada etapa de compresión, que se activen al alcanzar una presión de 1,2 (uno coma dos) veces la presión

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (449) 2751114 - Cel (449) 13577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad

Administración y Control



Partnership

Responsabilidad y Transparencia



Riesgo

Calidad y Cumplimiento



Innovación y Cambio



Conocimiento

Tecnología y Aprendizaje



Liderazgo e Innovación



Calidad

Mejoramiento y Mantenimiento



Gestión Ambiental



Seguridad



Seguridad y Salud



Seguridad y Salud



Seguridad y Salud



Seguridad y Salud

- de operación de cada etapa de compresión, mismas que deben desfogar al sistema de venteo de la estación
- Las válvulas de relevo de presión deben tener estampado la presión de relevo de acuerdo con la memoria de cálculo y certificado del fabricante
  - Los equipos de compresión para gas natural deben estar equipados con controles de paro automático por alta presión de descarga y por alta o baja presión de succión
  - Los equipos de compresión para gas natural deben estar equipados con controles de paro automático por la alta temperatura de descarga en la última etapa
  - Si el equipo de compresión cuenta con motor eléctrico, este debe cumplir con las características establecidas en el inciso 6.2.32 de la Norma.
  - El equipo de compresión debe contar con un sistema automático de eliminación de condensados, para evitar el acarreo de líquidos a los recipientes.
  - El conector de llenado del surtidor no debe permitir el paso de gas natural cuando dicho conector no este acoplado correctamente o se encuentre separado de la boquilla de recepción del vehículo
  - Los surtidores de GNC deben estar localizados en una instalación exterior protegida
  - Los equipos de compresión, almacenamiento y carga deben estar localizados arriba del nivel del piso, no deben pasar sobre ellos líneas de transmisión de energía eléctrica, ni estar expuestos a la falla de estas líneas y deben tener una distancia mínima de 3 m al edificio más cercano o a la línea de colindancia.
  - Los equipos de compresión y almacenamiento, deben tener una distancia mínima de 6 m de la colindancia del predio a la banqueta más cercana, o bien de 3 m cuando dichos equipos estén protegidos contra impactos de vehículos y una distancia mínima de 15 m cuando se trate de hospitales, centros educativos y vías de ferrocarril.
  - Deben de existir un espacio libre de por lo menos 1 m entre recipiente y otros componentes para tener acceso a todas las válvulas y conexiones
  - Debe existir un espacio libre de por lo menos 1 m entre las unidades de compresión para minimizar las vibraciones entre estas
  - No se permite usar material inflamable a una distancia menor de 3 m de los recintos

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (4492)251774 - Cel (442)3597118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental





- Debe existir una separación mínima de 6 entre el recinto y la pared exterior más cercana de tanques abiertos que contengan líquidos combustibles o inflamables
- Los surtidores deben estar montados sobre un módulo de abastecimiento, como mínimo con las características y distanciamientos, y con una protección tubular contra choques sobre el sentido de circulación de los vehículos. Asimismo, el distanciamiento entre el surtidor y la colindancia a la banqueta más cercana debe ser 3 metros.

### ***Procedimientos de emergencia del manual de dispensarios***

En caso de una emergencia en el área donde se encuentre el surtidor o cualquier otra área de la estación, que involucre una desconexión de la válvula breakaway, una fuga de gas, incendio o cualquier otro mal funcionamiento o accidente, las siguientes precauciones deben ser tomadas en cuenta:

1. En el área del surtidor tendrá un interruptor de presión rojo llamado interruptor de parada de emergencia (ESD). La ubicación de esta pieza debe hacerse familiar y accesible a todo el personal. En caso de emergencia despresurizar el botón de emergencia. Una vez despresurizado toda la operación de la estación se cerrará inmediatamente. Luego de la activación puede ocurrir lo siguiente:
2. Todas las fuentes de poder del surtidor y compresor se apagaran
3. El compresor se apagará
4. La presión de la cascada de almacenamiento será aislada del resto de la estación con las válvulas de cierre de emergencia
5. Las válvulas secuenciales o de control de flujo en el surtidor se cerraran para aislar el gas de la boquilla de llenado
6. Toda la operación de la estación cesará hasta que los controles eléctricos de la estación sean reiniciados
7. En caso de que ocurra una fuga durante el llenado, el surtidor tiene una válvula de cierre de emergencia en la cabina. Cierre manualmente esta válvula hasta que la fuga sea reparada o corregida. Esto terminará el llenado y aislará del suministro de gas vehículo. Después de

*Mer C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 251994 – Cel (442) 3599113

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





corregida la fuga, se abre la válvula de cierre de emergencia y comienza el llenado nuevamente.

### 1.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

El suministro de gas natural es a través de una tubería de 3” de diámetro de acero negro al carbón con una presión de trabajo de 21 bar y que es propiedad del distribuidor hasta el límite de propiedad donde se encuentra la estación de regulación y medición (ERM).

A la llegada de la ERM (Estación de Regulación y Medición), se regula la presión del gas natural de 12 y 7 bar. A partir de este punto, el gas natural pasa a un compresor por medio de la instalación de aprovechamiento de baja presión IPA. En el compresor, se eleva la presión del gas natural para la operación y suministro del mismo a 250 bar (presión de trabajo). Posteriormente, el gas pasa a la Cascada Pulmón por medio de la instalación de aprovechamiento de alta presión IPA. De este punto, el gas natural se conduce a los dispensarios, donde se realiza la venta del mismo a las unidades que están previamente equipadas.

A continuación se presentan en la siguiente tabla las condiciones de operación de los equipos:

**Tabla I.11 Condiciones de operación**

Equipo / Instalación	Presión de diseño (bar)	Presión de operación (bar)	Temperatura de diseño (°C)	Temperatura de operación (°C)
Estación de medición y regulación	ND	9.81	ND <sup>1</sup>	20
Compresor	248.21	200	ND	ND
Tubería 1" ced 160 de salida de compresor	275.79	200	ND	-40 a 65

<sup>1</sup> ND: Información No Disponible

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina: (442) 751184 – Cel (442) 3511111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riego Ambiental - Cooperativismo - Gestión Ambiental





### 1.3.1. Especificación del cuarto de control

Uno de los más importantes puntos que no se debe olvidar en este tipo de estaciones es la seguridad, la cual ha sido considerada para que el personal operativo tenga acceso a esta de manera inmediata. Es decir, existen botones de paro de emergencia, en cada unidad de despacho, equipos de compresión, secadores, cuarto de tableros, oficinas y otros puntos, los cuales, al ser activados, desenergizan totalmente los sistemas de compresión, cierran válvulas de succión y descarga de secadores, compresores y panel de prioridades. Seguido de lo anterior la activación de una alarma sonora/luminosa indica situación anormal de operación. Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que origino el paro de los equipos. Además cada equipo de compresión, en cada etapa y tanques de recuperación, así como en la cascada de almacenamiento y el panel de prioridad, cuenta con válvulas de seguridad o de relevo de presión calibradas 1.2 veces la presión de operación, para los surtidores se tienen manómetros para indicar la presión de llenado, el cual indica la presión de llenado del vehículo, a su vez estos equipos también cuentan con válvulas de seguridad que se disparan al rebasar la presión de ajuste para el llenado del cilindro del automóvil, así también en la descarga de los compresores hacia surtidores se cuenta con válvulas que operan por exceso de flujo, es decir, cuando se detecta que no existe una oposición al flujo del gas, este elemento se cierra automáticamente, bloqueando totalmente el flujo de gas. En las cabinas de los compresores se cuenta con detectores de mezclas explosivas que son monitoreadas por el PLC y le permiten tomar decisiones como emitir desde una alarma cuando hay presencia de gas en el entorno, hasta dejar fuera de servicio el equipo de compresión al detectar una mezcla explosiva de alto riesgo. Los valores para alarma y disparo son del 9.4% LEL y 56.6% LEL, respectivamente, equivalente al 0.5% y 3% en volumen de gas natural como lo marca la NOM-010-SECRE-2002.

### 1.3.2. Sistemas de aislamiento

Se tiene un área destinada para equipos y compresores al aire libre, los cuales tendrán en su perímetro un muro de concreto reforzado similar al muro de Conteo. Los demás muros perimetrales serán de block de concreto, cimentados sobre una zapata corrida de concreto reforzado.

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 751194 - Cel (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Además, la estación cuenta con espacio para la Estación de Regulación y Medición. Dicho espacio será de muro de carga de block de concreto, con losa maciza, castillos y zapata corrida de concreto reforzado.

## 1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

### 1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

No se tienen antecedentes de incidentes o accidentes registrados en alguna de las instalaciones de las estaciones de carburación de la empresa NATGAS QUERÉTARO, S.A.P.I DE C.V.

### 1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

En este apartado se identificarán los posibles peligros asociados a la operación de la estación de compresión de gas natural para uso automotor, la metodología empleada para llevar a cabo dicha identificación es un Análisis ¿Qué pasa si...? el cual será realizado de acuerdo a lo establecido en la norma de referencia NRF-018-PEMEX-2014 para la elaboración de estudios de riesgo utilizando la matriz para la identificación de riesgos incluida en la misma norma.

La compresión del gas natural se llevará a cabo mediante un equipo compresor IMW-50, para comprimir el gas natural de una presión de 9.81 bar (142.28 psi) a una presión de 200 bar (2900 psi). El gas se recibe del patín de medición, a una presión promedio 9.81 bar (142.28 psi). El gas pasará por una válvula de corte automático por alta y baja presión y posteriormente a un filtro coalescedor para retención de líquidos y partículas sólidas. Después del patín de medición, el gas continúa hasta el compresor IMW-50, el cual recibirá el gas a una presión constante de 9.81 bar (142.28 psi) para comprimirlo a una presión de 200 bar. De la salida del compresor sale una derivación en tubería que conduce el gas natural comprimido hacia los 6 dispensarios. Estos dispensarios cuentan con mangueras de 1" de diámetro para el llenado de los vehículos automotores.

Debido al manejo de gas natural comprimido utilizado se presenta el presente Estudio modalidad Análisis de Riesgo para su evaluación.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 251111 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Tabla I.12 Sustancias manejadas en el sistema de compresión**

Sustancia	Características de peligrosidad	Ubicación
Gas natural	Inflamable	Sistema de compresión

El gas natural tiene altos niveles de explosividad e inflamabilidad, es más ligero que el aire, con una densidad relativa de 0.61, por tal motivo se disipa rápidamente en la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales.

Golpes accidentales en el equipo de compresión, daños en la instrumentación o tubería, falla en la conexión para descargar el GNC en el dispensario podrían ser causa de formación de fugas con tamaños variables que de encontrar alguna fuente de ignición podrían dar lugar a incendios o explosiones dependiendo de la naturaleza propia de la fuga. En el siguiente apartado se identificarán las causas que podrían generar dichos eventos, así como sus consecuencias y tipo de riesgo asociado a las mismas.

#### **Análisis ¿Qué pasa si...?**

Se seleccionó esta metodología para hacer una identificación práctica de riesgos con la finalidad de abarcar las áreas en donde se manejen o almacenen sustancias con algún grado de riesgo.

Junto con las metodologías de Lista de Verificación (Check-List) y Análisis Preliminar de Peligros (PHA), el análisis ¿Qué pasa si...? es una de las metodologías más práctica para analizar peligros. La intención de esta metodología es identificación y prevención de peligros. Este análisis es un proceso especulativo en donde se formulan y revisan una serie de preguntas formuladas con la pregunta ¿Qué pasa si...? Las preguntas se refieren a los siguientes aspectos:

- Falla de equipos
- Desajustes en las condiciones de proceso (motivados por variaciones de temperatura, presión o alimentación)

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442)251994 - Cel (442)3599118

Consultoría Ambiental - Ingeniería Ambiental - Energía Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





- Falla de la instrumentación
- Fallas de servicios
- Errores de operación (Improvisación, desempeño deficiente o falta de atención por parte del operador)
- Desviaciones a los procedimientos de operación durante operación normal, arranque o paro del sistema
- Accidentes relacionados con el mantenimiento
- Características propias del sitio tales como, sismos, hundimientos, impactos con maquinaria, o manejo de accidentes relacionados
- Eventos externos tales como tormentas, sabotaje, accidentes como avionazos
- Combinación de fallas, como fallas múltiples en equipos, o combinación de falla del equipo y error del operador

Las preguntas se preparan de manera sistemática, comenzando en la alimentación o inicio del proceso y se avanza siguiendo el mismo sentido que los materiales o diagrama de flujo de proceso hasta llegar al final del proceso.

Una vez que las preguntas han sido preparadas comienza la evaluación. Cada pregunta se describe y se indica la consecuencia o consecuencias que pueden provocarse, después se señalan las salvaguardas o medidas de seguridad, ya sea para prevención o control de los eventos, y se valora la frecuencia y la consecuencia de cada situación, tomando en cuenta la efectividad de las salvaguardas para finalmente indicar el grado de riesgo. De esta manera cada pregunta o situación se analiza considerando sus efectos y medidas de protección y si al final de dicho análisis resulta que la situación no es segura entonces se emiten recomendaciones.

Los criterios usados para la jerarquización de los riesgos se indican en las tablas siguientes:



**Frecuencia:**

Los criterios usados para la jerarquización de los riesgos se indican en las tablas siguientes:

**Tabla I.13 Frecuencia de ocurrencia de los eventos (NRF-018-PEMEX-2014)**

Frecuencia		Criterios de ocurrencia
Categoría	Tipo	Cualitativo
Alta	F4	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

*Oficina (441) 751984 - Cel (442) 3591118*

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Emergencias - Gestión Ambiental*



**Tabla I.14 Consecuencias, tipo de evento y categoría (NRF-018-PEMEX-2014)**

Afectación:	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
<b>A las personas</b>				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos
Seguridad y salud del personal y proveedor y/o contratista	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes
<b>Al ambiente</b>				
Efectos en el Centro de Trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas.	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal.

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 751994 - Cel (442) 9571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Afectación:	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Efectos fuera del Centro de Trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Descargas mayores de gas o humos.  Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de la flora y fauna ó repetición de eventos mayores
Descargas y Derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable.	Informe a las Autoridades.  Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación.  Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
<b>Al negocio</b>				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de	Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones;

Men C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (442) 251124 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Afectación:	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
	producción, menor a 5 millones de pesos	10 millones de pesos	hasta 20 millones de pesos	pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las Autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores.  Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
<b>A la imagen</b>				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Con los valores de frecuencia y consecuencia se buscó su interacción en la matriz de riesgo de PEMEX, para determinar su grado de riesgo (GR). En la tabla I.15 se muestra la matriz utilizada.

Men C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 251994 - Cel (442) 3599118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Tabla I.15 Matriz de riesgos (NRF-018-PEMEX-2014)

F R E C U E N C I A	Alta F4	B	B	A	A
	Media F3	C	C	B	A
	Baja F2	D	C	B	A
	Remota F1	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
CONSECUENCIA					

Los criterios de calificación del nivel de riesgo establecidos por Petróleos Mexicanos son:

**Tipo A – Riesgo intolerable:** El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días.

**Tipo B – Riesgo indeseable:** El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

**Tipo C – Riesgo aceptable con controles:** El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 751114 – Cel (442) 3511119

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Cuantificación - Gestión Ambiental





**Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable:** El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

En todos aquellos eventos donde se obtuvieron niveles de aceptación de riesgo con calificaciones **A**, **B** o **C** se emitieron recomendaciones orientadas a disminuir el grado de riesgo.

En el **Anexo I-F** se presentan las hojas de trabajo del análisis ¿Qué pasa si...? realizado específicamente para la Estación de Carburación de gas natural comprimido; en la siguiente tabla se muestran las situaciones de riesgo.

Como resultado de la aplicación de esta metodología, se determinaron las siguientes situaciones de riesgo.

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (448)2751784 – Cel (442)9577112

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



**Tabla I.16 Análisis ¿Qué pasa si...? Para el sistema de la estación de regulación y medición**

¿Qué pasa si...?		Consecuencia/Peligro	Salvaguardas	F	C	GR	Recomendaciones
1	Falla el medidor por falta de mantenimiento	No se marca el flujo de gas natural en el sistema	Procedimientos de operación y mantenimiento	F2	C1	D	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos de la estación de regulación y medición
2	No hay suministro de gas natural	No hay flujo de combustible Retraso en la operación de compresión	Contrato de suministro de gas natural	F2	C1	D	*Mantener el contrato de suministro de gas natural vigente.
3	Falla la válvula de regulación de presión	Incremento de presión	Procedimientos de operación y mantenimiento	F3	C3	B	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos de la estación de regulación y medición *Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posible daño en tuberías	Válvula de alivio				
		Posible emisión de gas natural, en caso de encontrarse una fuente de ignición posible incendio o explosión y daño al personal	Programa de respuesta a emergencias				
4	Hay incremento anormal de la temperatura en la estación de regulación	Incremento de presión	Procedimiento de carga y descarga de combustible	F2	C3	B	*Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posible daño en tuberías	Mantenimiento preventivo y correctivo				
			Sistema contra incendio				

*María C. Anahí Silva Sánchez*

*DL. 1111-2018 - Ley de la Industria del Gas*

*Reglamento de la Ley de la Industria del Gas*



Environmental Services

¿Qué pasa si...?	Consecuencia/Peligro	Salvaguardas	F	C	GR	Recomendaciones
	Posible emisión de gas natural, en caso de encontrarse una fuente de ignición posible incendio o explosión y daño al personal	Plan de respuesta a emergencias				
5	Desgaste por corrosión o mal mantenimiento de algún componente de la estación de regulación	Mantenimiento preventivo y correctivo	F2	C3	B	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos de la estación de regulación y medición  *Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
	Posible emisión de gas natural					
	Posible fuente de ignición	Sistema contra incendio				
	Posibilidad de incendio o explosión	Plan de respuesta a emergencias				
	Posible daño a personal, equipo e instalaciones	Simulacros de operaciones contra incendio				

Mer C. Anahí Silva Sánchez

Déjame ayudarte a mejorar - Call Center 255-55111

www.iaa.com.gt | www.iaa.com.gt | www.iaa.com.gt | www.iaa.com.gt





Environmental Services

**Tabla I.17 Análisis ¿Qué pasa si...? Para el sistema de compresores**

¿Qué pasa si...?		Consecuencia/Peligro	Salvaguardas	F	C	GR	Recomendaciones
1	El gas suministrado se encuentra fuera de especificación	Mala calidad del gas natural	Monitoreo de la calidad del gas	F2	C1	D	*Contrato de suministro de gas natural
		Retraso en la operación de compresión	Filtros				
		Falta de suministro de gas natural					
2	Existe daño al compresor por golpe accidental	Mal funcionamiento del sistema compresor	Procedimientos de operación y mantenimiento	F2	C2	B	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos del sistema compresor
		Retraso en la operación de compresión	Programa de respuesta a emergencias				
		Posible emisión de gas natural, en caso de encontrarse una fuente de ignición posible incendio o explosión y daño al personal	Mantenimiento preventivo y correctivo				
3	Hay incremento anormal de la temperatura en el área de compresores	Incremento de presión	Procedimiento de carga y descarga de combustible	F2	C3	B	*Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posible daño en tuberías	Mantenimiento preventivo y correctivo				
			Sistema contra incendio				

*María C. Anahi Silva Sánchez*

Teléfono: 011 4382-331384 - Cel: 011 4382-33571118

www.comunidad.org.ar - www.comunidad.org.ar





Environmental Services

¿Qué pasa si...?		Consecuencia/Peligro	Salvaguardas	F	C	GR	Recomendaciones
		Posible emisión de gas natural, en caso de encontrarse una fuente de ignición posible incendio o explosión y daño al personal	Plan de respuesta a emergencias				
4	Existe fuga en alguno de los componentes del sistema	Posible emisión de gas natural	Procedimiento de carga y descarga de combustible	F2	C3	B	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos del sistema compresor *Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición *Capacitación constante al personal sobre manejo de extintores
		Posible fuente de ignición cercana	Mantenimiento preventivo y correctivo				
		Posibilidad de incendio o explosión	Sistema contra incendio				
		Posible daño a personal, equipo e instalaciones	Plan de respuesta a emergencias				

Mer C. Anahi Silva Sánchez

(Oficina 00497-51734 - Cel 0997-957710)

www.ambiente.gub.ve | www.ambiente.gov.ve | www.ambiente.org.ve | www.ambiente.com.ve



Tabla I.18 Análisis ¿Qué pasa si...? Para el sistema de dispensarios

¿Qué pasa si...?		Consecuencia/Peligro	Salvuardas	F	C	GR	Recomendaciones
1	Falla la bomba para descarga de gas natural	No hay flujo de gas natural	Procedimientos de operación y mantenimiento	F2	C1	D	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos con los que cuenta el dispensario
		Retraso en la operación de descarga	Procedimiento de carga y descarga de combustible				
			Mantenimiento preventivo y correctivo				
2	Falla en la alimentación eléctrica a la bomba para descarga de gas natural	No hay flujo de combustible	Procedimientos de operación y mantenimiento	F2	C1	D	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos con los que cuenta el dispensario
		Posible daño a la bomba	Procedimiento de carga y descarga de combustible				
		Retraso en la operación de descarga	Mantenimiento preventivo y correctivo				
3	La manguera esta rota o dañada	Posible emisión de gas natural	Procedimiento de carga y descarga de combustible	F2	C3	B	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos con los que cuenta el dispensario *Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posible fuente de ignición	Mantenimiento preventivo y correctivo				
		Posibilidad de incendio o explosión	Sistema contra incendio				
		Posible daño a personal, equipo e instalaciones	Plan de respuesta a emergencias				

Men C. Anahi Silva Sánchez

TEL: (502) 22172114 - Cel: (502) 22172114

www.saiconsulting.com.gt | www.saiconsulting.com





¿Qué pasa si...?		Consecuencia/Peligro	Salvaguardas	F	C	GR	Recomendaciones
4	Existe fuga de combustible al no detenerse automáticamente el llenado del vehículo o por descuido del operador	Posible emisión de gas natural	Mantenimiento preventivo y correctivo	F2	C2	C	*Capacitación al personal sobre los procedimientos de carga y descarga de gas natural
		Posible fuente de ignición	Sistema contra incendio Plan de respuesta a emergencias				*Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posibilidad de incendio o explosión	Simulacros de operaciones contra incendio				
		Posible daño a personal, equipo e instalaciones					
5	Hay incremento anormal de la temperatura en el área de dispensarios	Posible emisión de gas natural	Sistema contra incendio	F1	C3	C	*Capacitación constante al personal sobre manejo de extintores
		Posibilidad de incendio o explosión	Plan de respuesta a emergencias				*Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición
		Posible daño a personal, equipo e instalaciones	Simulacros de operaciones contra incendio				
6	Existe daño en la tubería de alimentación al dispensario	Posible emisión de gas natural	Mantenimiento preventivo y correctivo	F2	C2	C	*Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos del dispensario
		Posible fuente de ignición	Sistema contra incendio				*Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición

Mer C. Anahi Silva Sánchez  
 D.C. 199625118 - Cel. 9992957118



Environmental Services

¿Qué pasa si...?	Consecuencia/Peligro	Salvuardas	F	C	GR	Recomendaciones
	Posibilidad de incendio o explosión Posible daño a personal, equipo e instalaciones	Plan de respuesta a emergencias				*Capacitación al personal sobre los procedimientos de carga y descarga de gas natural *Capacitación constante al personal sobre manejo de extintores

M. en C. Anahi Silva Sánchez

PROFESORA ASISTENTE - GEOMORBIOLOGÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOMORBIOLOGÍA



En este caso las recomendaciones indicadas para situaciones de riesgo encontradas en el sistema de compresión de gas natural, son las siguientes:

1. Realizar análisis de consecuencias para la etapa de regulación, sistema compresor y suministro de gas natural a vehículos automotores (Dispensarios).
2. Apegarse al programa de mantenimiento.
3. Apegarse al procedimiento de carga de gas natural.
4. Apegarse al procedimiento de inspección de fugas.
5. Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos de la estación de regulación y medición, el sistema de compresión y dispensarios.
6. Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición.
7. Capacitación constante al personal sobre manejo de extintores.
8. Capacitación al personal sobre los sistemas de comunicación de riesgos existentes en la estación de carburación.
9. Contar con señalamientos claros indicando la existencia de tubería y/o equipos.
10. Tener actualizados los procedimientos de operación y mantenimiento.
11. Contar con un sistema de señalización en la estación de gas natural, así como informar al conductor de las medidas de seguridad requeridas.
12. Mantener el área del dispensario libre de obstáculos.
13. Colocar y respetar la ubicación de los extintores, no obstruirlos y mantenerlos siempre visibles.
14. Contar con un programa de inspección y mantenimiento de extintores.
15. Evaluar la efectividad del programa de mantenimiento para garantizar que no exista la posibilidad de fugas de gas natural.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis ¿Qué pasa si...? los riesgos más importantes identificados en el sistema de compresión son:

- a) **Etapa de regulación:** La posible liberación de gas natural por alta presión y/o incremento de temperatura en el patín de regulación en donde se regula la presión del sistema a 9.81 bar para el suministro a la estación, la cual podría ser generada por falla en la válvula de

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Dfina 04482751984 - Cel 044235579118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



regulación o por un incremento anormal de temperatura ya sea en el interior de la estación o en algún área cercana. Este evento fue catalogado como riesgo tipo B (Riesgo indeseable) debido a que tiene como consecuencias la posibilidad de provocar un incendio y causar posibles daños a la población, por tal motivo se recomienda se realice el análisis de consecuencias de dicho evento. Las salvaguardas identificadas para evitar o mitigar los efectos en caso de que se llegara a presentar el evento son programas de mantenimiento y programa de respuesta a emergencias.

- b) **Sistema compresor:** Daño en el equipo compresor derivado de algún impacto al equipo, específicamente durante la etapa de compresión esto puede ser principalmente en los dispositivos en donde se lleva a cabo la regulación de presión, la causa principal por la que podría generarse este evento sería por posible impacto al equipo compresor o alguna falla en el sistema por falta o mal mantenimiento o hasta posibles factores ambientales. Lo cual podría ocasionar la liberación del gas y encontrándose alguna fuente de ignición que detone la generación de un incendio o una explosión dada la presión de operación del compresor. Este evento se catalogó como riesgo tipo B (Riesgo indeseable), las salvaguardas identificadas fueron los procedimientos de operación, procedimientos de inspección y mantenimiento, programa de respuesta a emergencias y válvulas de seguridad, sin embargo al ser una consecuencia catastrófica se deberá analizar a detalle a fin de encontrar las medidas necesarias para atenuar el riesgo identificado.
- c) **Suministro de gas natural a vehículos:** Se analizó la posibilidad de presentarse una ruptura de la manguera de llenado en los dispensarios a causa de alguna falla del material de elaboración de la manguera o por algún aplastamiento de la misma, así como falla durante el procedimiento de carga. Las consecuencias generadas van desde falta de suministro para la distribución de gas natural hasta posible incendio o explosión en caso de encontrar fuente de ignición, generando daño al personal y/o población. Se catalogó como riesgo tipo B (Riesgo indeseable). Las salvaguardas identificadas fueron el procedimiento de carga del combustible y el programa de respuesta a emergencias.

María C. Anahí Silva Sánchez

Dfema (442)2151184 - Cel (442)3577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Para fines de este estudio la determinación de los radios potenciales de afectación se llevará a cabo para los eventos ocasionados por fugas de gas natural, representando los respectivos radios en diagramas de pétalos.

### Metodología del análisis de consecuencias

Los escenarios determinados para el análisis de consecuencias son los que resultaron de la jerarquización de riesgos aplicando la metodología Análisis ¿Qué pasa si...?. Para la simulación de los eventos y la determinación de los radios de afectación se utilizó el programa ALOHA® 5.4.7.0, desarrollado en conjunto por la NOAA y EPA, para la simulación de escenarios de riesgo en un estudio de riesgo ambiental.

En el presente proyecto se consideran las siguientes condiciones (Fuente: INEGI) para efectuar la *simulación del riesgo*:

- a) Las propiedades físicas y químicas del gas combustible que se transporta, permanecen constantes con respecto al tiempo.
- b) Se consideró una temperatura promedio ambiente de **18 °C** (temperatura promedio durante el año en la región), y una humedad relativa de **59%**.
- c) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de **1.7 m/s**.
- d) De acuerdo al requerimiento de la SEMARNAT de simular bajo condiciones de dispersión, bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad atmosférica es de **tipo "F"**, moderadamente estable.
- e) El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 15 minutos, ya que siempre estará presente personal en la Estación de Servicio.

Cabe mencionar que para incendio o explosión, se deberá haber presentado una fuga previamente.

María C. Anahí Silva Sánchez

Oficina 4443217511114 - Cel 44213571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





### Descripción de los eventos probables

Por lo tanto, se proponen los siguientes eventos probables de fuga de gas natural en diferentes puntos del sistema de distribución de gas natural

**Escenario 1.- Fuga de gas natural en Estación de regulación y medición**

**Escenario 2.- Fuga de gas natural en Compresor**

**Escenario 3.- Fuga de gas natural en Dispensario**

En la tabla I.19 se muestra la descripción de los eventos probables, en base a los cuáles se realizará el análisis de consecuencias.

**Tabla I.19 Descripción de los eventos probables**

No.	Escenario	Consideraciones
<b>Gas natural</b>		
1	Fuga de gas natural en <b>Estación de regulación y medición</b>	1. Diámetro de la tubería: 3'' 2. Presión: 9.81 bar 3. Fuga transversal
2	Fuga de gas natural en <b>Compresor</b>	1. Diámetro de tubería: 1'' 2. Presión: 200 bar 3. Fuga transversal
3	Fuga de gas natural en <b>Dispensario</b>	1. Diámetro de manguera: 1'' 2. Presión: 200 bar 3. Fuga transversal

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina: (442) 751784 - Cel: (442) 3577117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Asesoría Legal - Gestión Ambiental





Environmental Services

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

*María C. Anahi Silva Sánchez*

Difusa (441) 751999 - Cel (442) 3599111

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Creación Ambiental*





## CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES .....	3
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN .....	4
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO .....	9
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL .....	10

*M. en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 751984 – Cel (442) 3599118

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*





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

### Resultados de los eventos de simulación identificados

En las siguientes tablas se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos analizados correspondientes al gas natural.

Como Anexo se muestran las memorias técnicas de las simulaciones realizadas.

**Tabla II.1 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en la Estación de regulación y medición (Escenario 1)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Estación de regulación y medición (Escenario 1)</b>			
Fuga transversal	Incendio	19	36
	Explosión	No se generó	170

**Tabla II.2 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Compresor (Escenario 2)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Compresor (Escenario 2)</b>			
Fuga transversal	Incendio	26	49
	Explosión	No se generó	37

Men C. Anahí Silva Sánchez

Défena (443)2-51994 - Cel (443)3599113

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Tabla II.3 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en los Dispensarios (Escenario 3)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Dispensarios (Escenario 3)</b>			
Fuga transversal	Incendio	26	49
	Explosión	No se generó	37

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas anteriores, se puede observar que todos los eventos tienen consecuencias de incendio, siendo los radios de riesgo mayores los obtenidos para el segundo y tercer escenario, es decir, para el compresor y los dispensarios, para los niveles de radiación de alto riesgo y amortiguamiento ( $5 \text{ Kw/m}^2$  y  $1.4 \text{ Kw/m}^2$ ). En el caso de explosión, a pesar de que se alcanza a generar dicha consecuencia para todos los eventos, únicamente se obtuvieron radios para una sobrepresión de  $0.5 \text{ lb/plg}^2$  (Amortiguamiento).

## II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Una vez identificados los eventos probables, se realizó el análisis de consecuencias para poder describir los escenarios de ocurrencia de cada uno de los eventos probables de riesgo.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los criterios que se indican en la Tabla II.4, normados por la SEMARNAT:

*Mar C. Anahí Silva Sánchez*

Difusa (442) 751174 - Cel (442) 5591111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



**Tabla II.4 Criterios utilizados para definir y justificar las zonas de seguridad**

Zonas	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m <sup>2</sup> o 1 500 BTU/Pie <sup>2</sup> h	1,0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de Amortiguamiento	TLV8 o TLV15	1,4 kW/m <sup>2</sup> o 440 BTU/Pie <sup>2</sup> h	0,5 lb/plg <sup>2</sup>

NOTAS:

1. En las modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse estabilidad clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
2. Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento el 10% de la energía liberada.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada evento, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia para la fuga simulada.

M. en C. Anahí Silva Sánchez

D.F. 55 1448 2751934 - Cel. 1442 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Pasaporte Ambiental



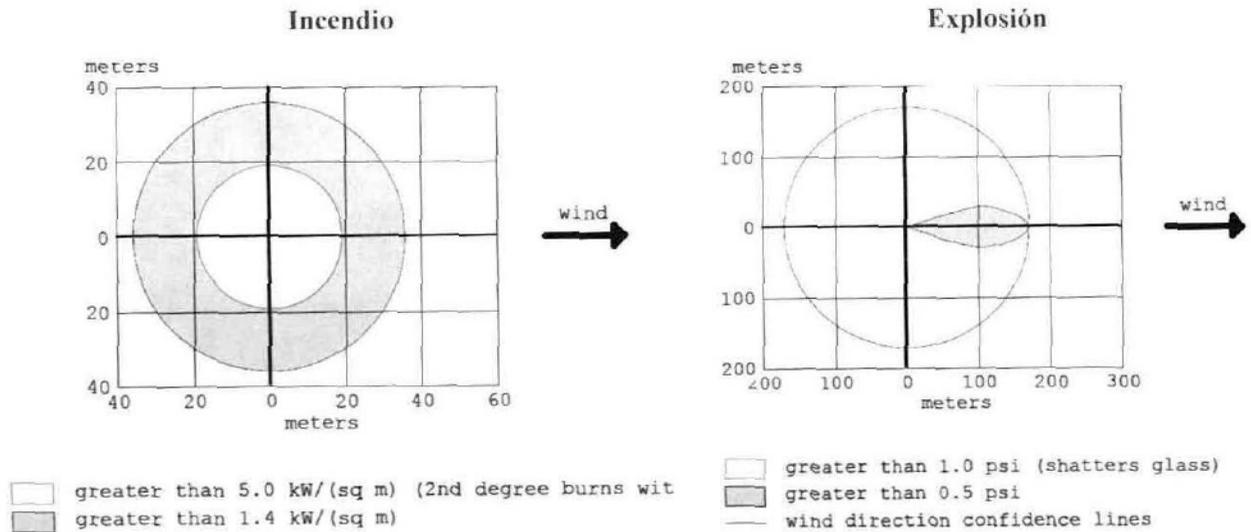


**Escenario 1. Fuga de gas natural en la estación de regulación y medición**

**Tabla II.5 Escenario 1. Fuga de gas natural en el patín de regulación con condiciones de presión a 9.81 bar, con la posible formación de un incendio**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/seg)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	14,171	236	7	19	36	No se generó	170

A continuación se muestran los radios de afectación de la fuga transversal en la primera regulación del patín de regulación a una presión de 9.81 bar, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión solo se alcanzaron a generar las consecuencias con una sobrepresión de 0.5 lb/plg<sup>2</sup> (Amortiguamiento).



**Figura II.1 Radios de afectación de fuga transversal en la primera regulación en el patín de regulación a una presión de 9.81 bar.**

*Mar C. Anahi Silva Sánchez*  
 Oficina: (448) 2-751114 - Cel: (448) 1-551111

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*



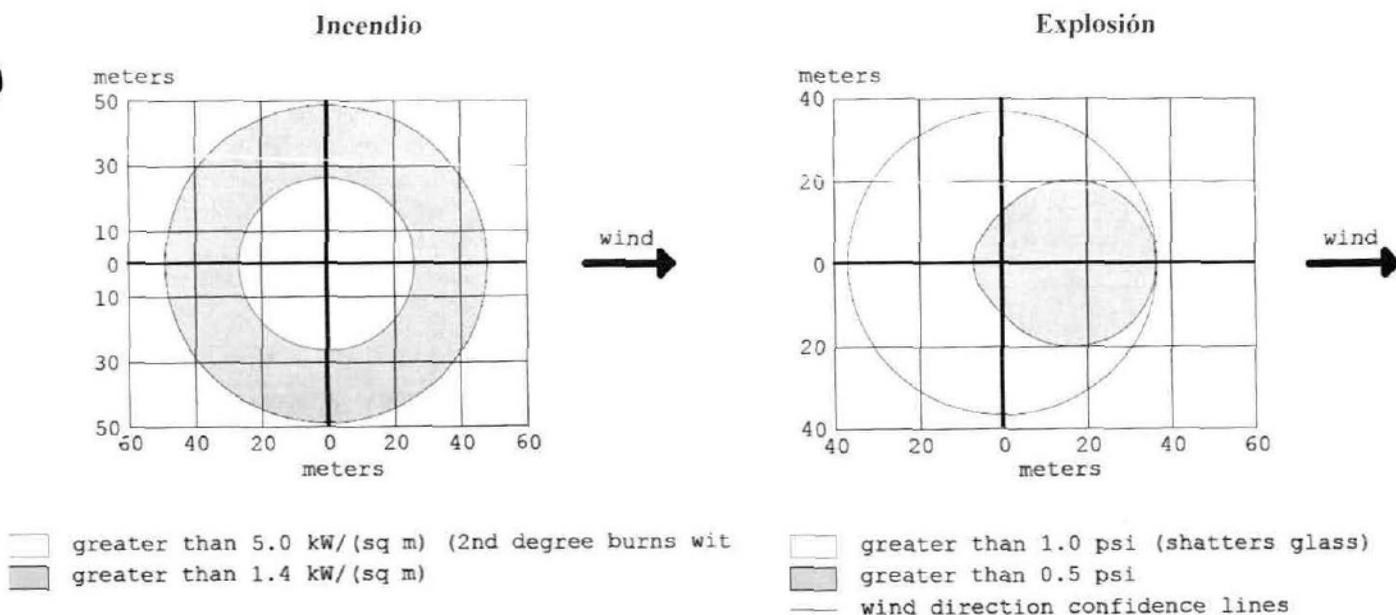


**Escenario 2. Fuga de gas natural en compresores**

**Tabla II.6 Escenario 2. Fuga de gas natural en compresores.**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	29,023	484	3	26	49	No se generó	37

A continuación se muestran los radios de afectación por fugas en el compresor, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Se obtuvieron consecuencias de incendio para los dos niveles de riesgo, en caso de explosión, únicamente se presentó el evento para la zona de amortiguamiento.



**Figura II.2 Radios de afectación por fuga transversal en compresor a una presión de 200 bar.**

Men C. Anahi Silva Sánchez

Difusa (442) 751114 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental

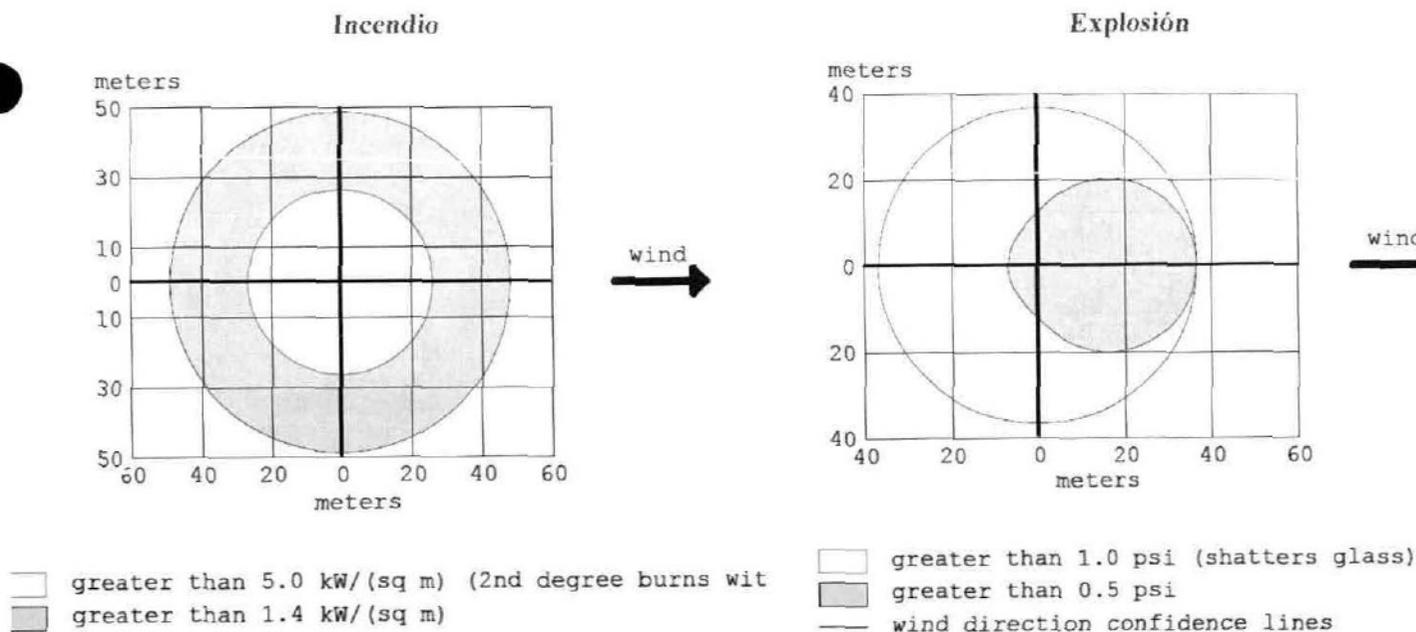


**Escenario 3. Fuga de gas natural en dispensarios**

**Tabla II.7 Escenario 3. Fuga de gas natural en dispensarios**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	29,023	484	3	26	49	No se generó	37

A continuación se muestran los radios de afectación por fuga transversal en línea de 1" de diámetro en dispensarios, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Se obtuvieron consecuencias de incendio para los dos niveles de riesgo, en caso de explosión, únicamente se presentó el evento para la zona de amortiguamiento.



**Figura II.3 Radios de afectación por fuga transversal en dispensarios**

Mer C. Anahi Silva Sánchez

D.F. 4492-751111 - Cel. 4492-3557111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Pasajero Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



Environmental Services

## II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas y gráficas anteriores, en donde se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los escenarios analizados en el Sistema de Gas Natural Comprimido, se puede observar que el escenario que presenta los radios de alto riesgo y amortiguamiento mayores, es el escenario No. 2 relativo a un compresor en donde se maneja una presión de 200 bar, esta regulación se lleva a cabo en el equipo compresor y se simuló un evento para una fuga transversal (colapso de la tubería). Para este escenario se obtuvo como consecuencia un incendio tipo dardo con un radio de alto de riesgo de 26 m y un radio de amortiguamiento de 49 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad del gas natural para este sobrepresión, sin embargo se prevé un radio de amortiguamiento de 37 m para una sobrepresión de 0.5 psi. Es importante identificar las fuentes de ignición que pudiera encontrar en ese radio, así como evitar que la temperatura se eleve o que la fuga sea de larga duración a fin de evitar que se genere un daño mayor.

En segundo lugar de importancia por la magnitud de los radios de afectación generados, se tiene el escenario No. 3, referente a una fuga de gas natural en los dispensarios, se simuló una fuga de gas natural en la manguera de los dispensarios de 1 pulgada de diámetro y manejando una presión de 200 bar. Las consecuencias obtenidas fue un radio de alto riesgo de 26 m y amortiguamiento de 49 metros para una radiación térmica de 5 y 1.4 Kw/m<sup>2</sup>, respectivamente, asimismo se generó una explosión con un radio de amortiguamiento de 37 m.

En tercer lugar de importancia se tiene el escenario No. 1 correspondiente a una fuga en la estación de regulación y medición, específicamente en la línea de salida del gas en donde se maneja una presión de 9.81 bar. Se obtuvieron radios de alto riesgo y amortiguamiento para un incendio tipo dardo derivados de una fuga transversal en la línea del patín de regulación con radios de 19 y 36 m, respectivamente. Cabe mencionar que para este escenario no se generó la consecuencia de explosión.

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

D.Firma (448)2751114 - Cel (442)3571117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Consultaciones - Gestión Ambiental





### II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La estación de servicio de gas natural comprimido, se pretende ubicar en Carretera Querétaro-San Luis Potosí 0, Fracción 52, La Solana, Juriquilla, Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación de la estación de compresión:



Figura II.4 Ubicación de la estación de servicio “Juriquilla”

Como puede observarse en los siguientes diagramas de pétalos que muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos asociados a sistema de compresión de gas natural, la mayoría de los escenarios con radios de alto riesgo ( $5 \text{ Kw/m}^2$ ) salen del límite de propiedad del predio, lo que implica que las interacciones se darán con los predios colindantes.

M.en C. Anahí Silva Sánchez

Dfina. (442) 751194 - Cel (442) 3511111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



**Escenario 1. Fuga de gas natural en la estación de regulación y medición**



**Figura II.5** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en la salida de la estación de regulación y medición a 9.81 bar de presión.  
(Radio amarillo: incendio amortiguamiento; radio rojo: incendio alto riesgo)



**Figura II.6** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en la salida de la estación de regulación y medición a 9.81 bar de presión.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina 14422751114 - Cel 144213571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Investigación Ambiental

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario obtuvo el tercer nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio. Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figura superior) la afectación por un incendio derivado de una fuga transversal en el patín de regulación a una presión de 9.81 bar, cuyo radio de alto riesgo es de 19 m, queda dentro del polígono del predio de la estación de compresión. Las principales afectaciones que se dieron dentro de la estación de compresión incluyen la estación de regulación y medición, oficinas, vestidores, site y conteo, así como una parte del recinto de compresión, así como daños a la barda perimetral. Las afectaciones fuera del predio de la instalación se dieron en la parte sur, al camino lateral. El personal afectado sería básicamente el que opere el compresor por lo que es importante que dicho personal tenga conocimiento de los riesgos involucrados por el manejo de gas natural comprimido y la respuesta ante alguna contingencia presentada, así mismo se recomienda contar con un sistema de comunicación de peligros con el predio colindante.

## Escenario 2. Fuga de gas natural en compresores



**Figura II.7 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el compresor C-1 de gas natural.**

**(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)**

*Mar C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 751114 - Cel (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Vigilancia Ambiental



**Figura II.8 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el compresor C-2 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)



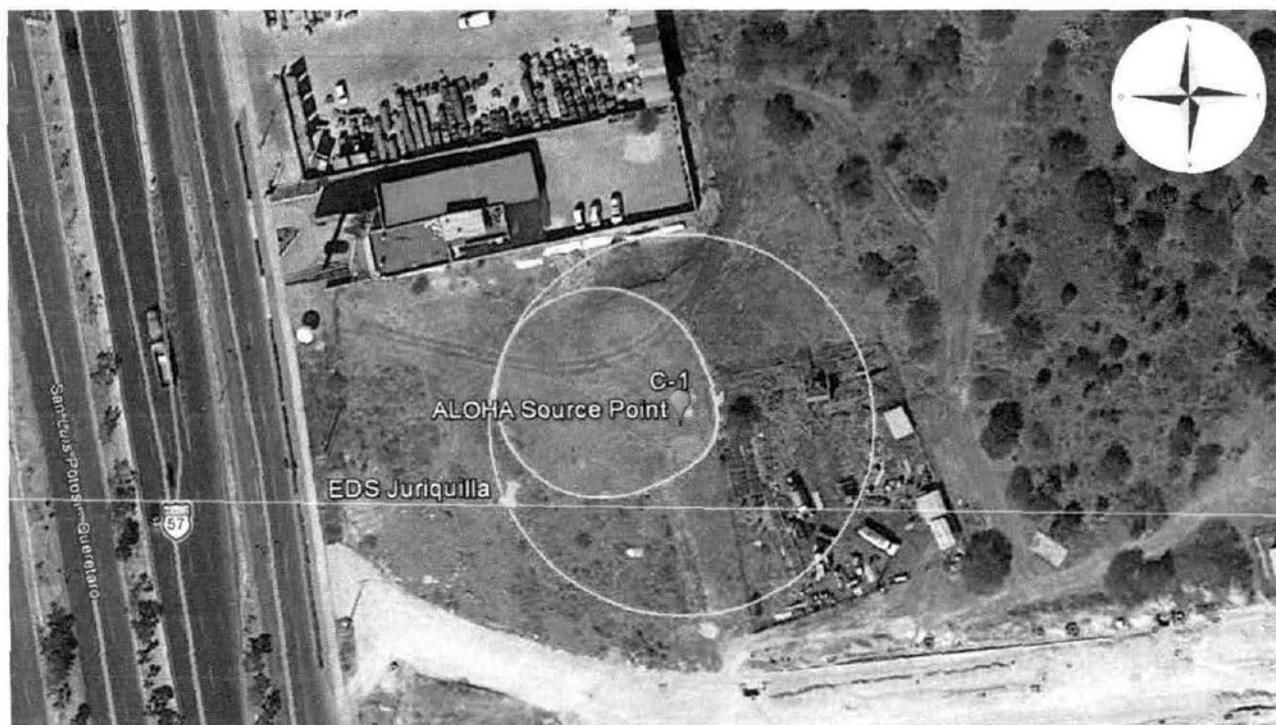
**Figura II.9 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en compresores-C 1 y C 2- de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)

*Man C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (4422) 751774 - Cel (442) 3577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Los radios en la imagen anterior muestran los resultados obtenidos de la simulación de una fuga transversal en los compresores de la estación a una presión de 200 bar. Como se muestra en la figura las principales interacciones que se darían dentro del radio de alto riesgo obtenido (26 m) sería con los equipos compresores, la estación de regulación y medición, baños, vestidores, oficinas, site, conteo, una parte del estacionamiento y la barda perimetral, fuera del predio existe daño al terreno ubicado al Este del predio.



**Figura II.10 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el compresor C-1 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)**

*Mar C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina 444832751114 - Cel 449273591118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Figura II.11 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el compresor C-2 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)



Figura II.12 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en compresores-C 1 y C 2- de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)

Men C. Anahi Silva Sánchez

Difoneo (442) 751114 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Environmental Services

Cabe mencionar que se podrían dar daños y lesiones al personal que opera la estación de compresión, estas lesiones podrían llegar a quemaduras de segundo grado dependiendo del tiempo de exposición a una radiación de 5 Kw/m<sup>2</sup>. Derivado de esto se propone un estricto control de fuentes de ignición, así como una rápida respuesta a emergencias a fin de no generar altas temperaturas durante un tiempo prolongado, así como planes de respuesta a emergencia y la infraestructura necesaria para combatir dichos eventos y una comunicación eficiente con la empresa ubicada al norte del predio.

### Escenario 3. Fuga de gas natural en dispensarios



**Figura II.13 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-1 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina 144872751974 - Cel 144213579118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Figura II.14** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-2 de gas natural.  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)



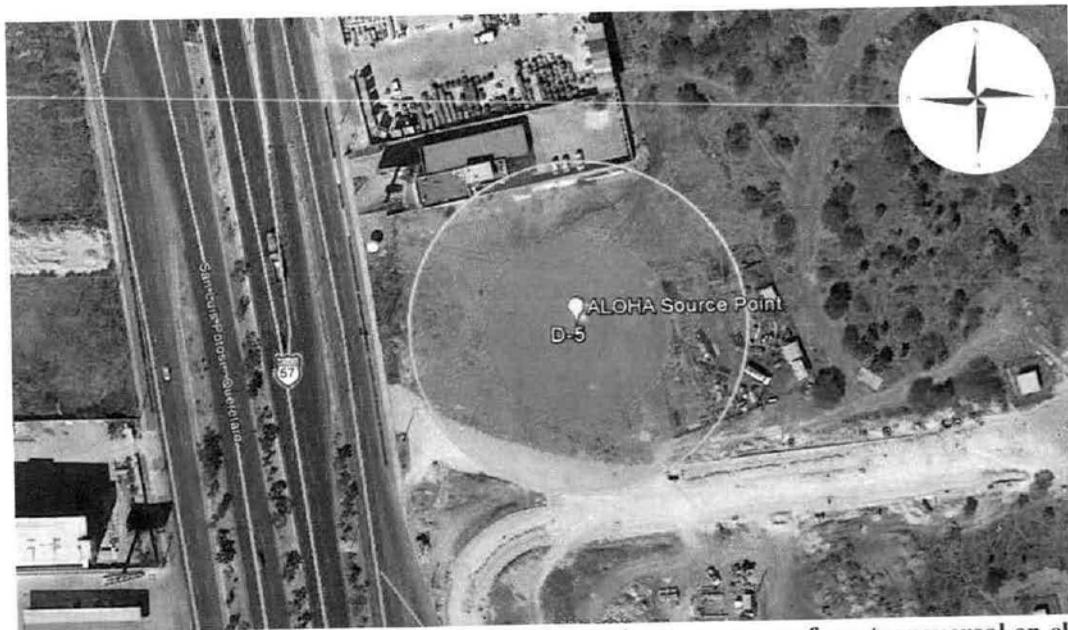
**Figura II.15** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-3 de gas natural.  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)

*María C. Anahí Silva Sánchez*  
D.F. 55 55 1442 751111 - Cel. 442 13577111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Cooperación - Gestión Ambiental



**Figura II.16 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-4 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)



**Figura II.17 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-5 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*  
Oficina (443) 2751114 - Cel (442) 3571118

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Planes Ambientales - Capacitaciones - Gestión Ambiental*



**Figura II.18 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-6 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)



**Figura II.19 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en todos los Dispensarios D-1,2,3,4,5,6 de gas natural.**  
(Radio rojo: incendio alto riesgo; Radio amarillo: incendio amortiguamiento)

*Mer C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 6751774 - Cel (448) 3557111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



Environmental Services



Figura II.22 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-3 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)

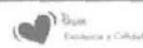


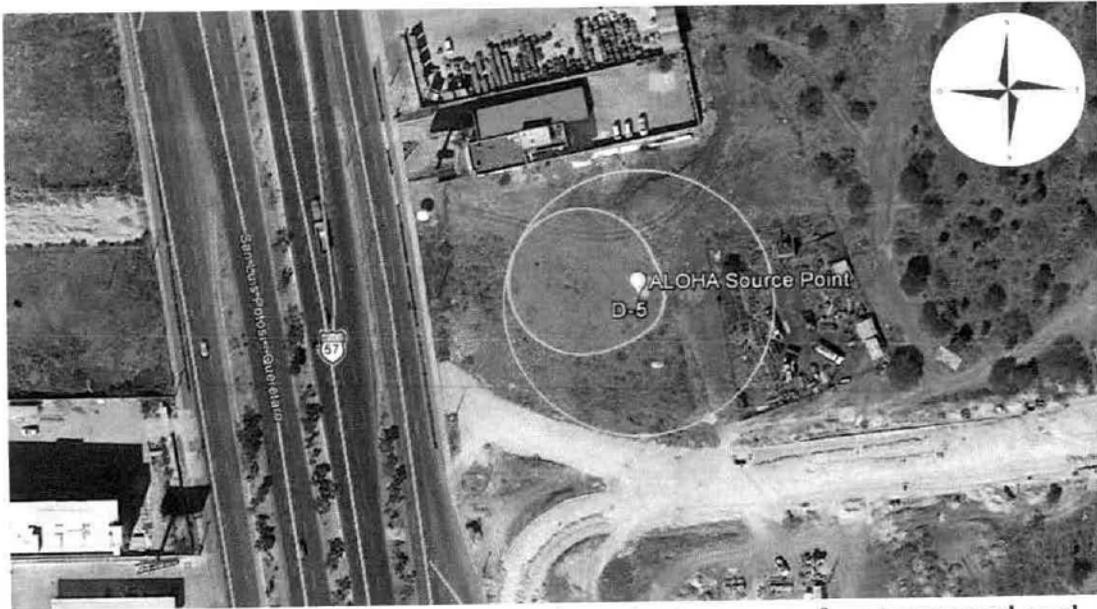
Figura II.23 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-4 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

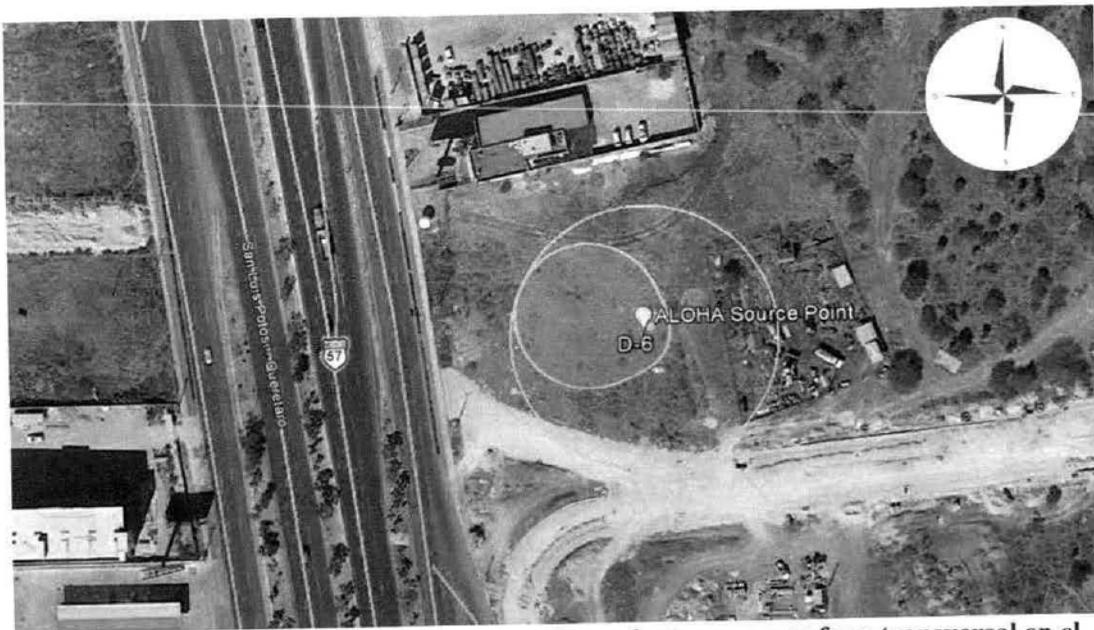
Dfona (442) 751704 - Cel (442) 3571111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Figura II.24** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-5 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)



**Figura II.25** Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en el Dispensario D-6 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)

*Mer C. Anahi Silva Sánchez*

D.F. 4487/751774 - Cel (442) 3577112

Consultoría Ambiental - Inyección Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



Environmental Services



**Figura II.26 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para una fuga transversal en todos los Dispensarios D-1,2,3,4,5,6 de gas natural.  
(Pluma amarilla: Explosión alto riesgo; Radio amarillo: explosión amortiguamiento)**

Para el escenario 3 se tienen consecuencias de incendio y explosión para el evento simulado de fuga transversal de gas natural en línea de 1" de diámetro en dispensarios, como se puede observar en las figuras anteriores los radios de alto riesgo no salen del predio de la estación.

Es importante contar con un adecuado sistema de señalamientos en el área de descarga y que los operadores cuenten con la capacitación necesaria para operar tanto el equipo compresor como los dispensarios.

Como se puede observar este predio no cuenta con grandes características ambientales, dado que se encuentra urbanizado totalmente e inmerso en una zona comercial, por lo que la actividad pretendida no ocasionará impactos ambientales importantes en la zona.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Dfonia 444112 151114 - Cel 4421357111

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Asesoría Ambiental*





Environmental Services

- Prácticamente se puede afirmar que no existe fauna nativa en el predio.
- Por el predio no cruzan arroyos ni cuerpos de agua de ninguna índole, y la topografía es plana.
- Finalmente cabe mencionar que el predio en donde se pretende ubicar la estación de carburación no colinda con desarrollos habitacionales, escuelas u hospitales, por lo que ninguno de estos desarrollos se vería afectado por la construcción y operación de la estación de carburación.
- Asimismo, las mayores afectaciones generadas en caso de presentarse algún evento de incendio o explosión derivado de una fuga de gas natural se darían dentro de los límites de la estación.

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 2751114 – Cel (442) 1551111

*Consultoría Ambiental - Insumo Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*



Responsabilidad Social



Cultura, Innovación y Creatividad



Calidad, Excelencia y Compromiso



Innovación y Cambio



Aprendizaje, Entrenamiento y Desarrollo



Crecimiento, Innovación y Sostenibilidad



Eficiencia y Productividad



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

M. en C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 751994 – Cel (442) 3593119

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riego Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Asesoría  
Ingeniería y  
Consultoría



Certificación  
Protección y  
Sostenibilidad



Banco  
Económico y  
Credito



Asesoría y  
Credito



Innovación  
Tecnológica y  
Operativa



Comunicación  
Estratégica y  
Operativa



Gestión  
Ambiental y  
Operativa



## CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL .....	3
III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	3
Recomendaciones generales.....	3
Recomendaciones derivadas del análisis de consecuencias .....	3
III.1.1 Sistemas de seguridad .....	4
III.1.2 Medidas preventivas.....	7

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

*Dfuna (4422) 751994 - Cel (4422) 9599111*

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Resp. Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*





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

#### III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

##### Recomendaciones generales

1. Evaluar periódicamente la capacitación del personal que opere el equipo compresor y los dispensarios a fin de comprobar que conocen los procedimientos de operación, mantenimiento y de emergencia.
2. Dar seguimiento a recorridos diarios a todo el sistema compresor a fin de detectar cualquier daño para que sea corregido de inmediato antes de que pudiera salirse de control.
3. Difundir periódicamente los procedimientos de respuesta a emergencias.

##### Recomendaciones derivadas del análisis de consecuencias

1. Realizar análisis de consecuencias para la etapa de regulación, sistema compresor y suministro de gas natural a vehículos automotores (Dispensarios).
2. Apegarse al programa de mantenimiento.
3. Apegarse al procedimiento de carga de gas natural.
4. Apegarse al procedimiento de inspección de fugas.
5. Realizar inspecciones para determinar la integridad mecánica de los dispositivos de la estación de regulación y medición, el sistema de compresión y dispensarios.
6. Tener estricto control sobre la presencia de fuentes de ignición.
7. Capacitación constante al personal sobre manejo de extintores.
8. Capacitación al personal sobre los sistemas de comunicación de riesgos existentes en la estación de carburación.
9. Contar con señalamientos claros indicando la existencia de tubería y/o equipos.
10. Tener actualizados los procedimientos de operación y mantenimiento.
11. Contar con un sistema de señalización en la estación de gas natural, así como informar al conductor de las medidas de seguridad requeridas.

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 2751994 - Cel (442) 3599117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





12. Mantener el área del dispensario libre de obstáculos.
13. Colocar y respetar la ubicación de los extintores, no obstruirlos y mantenerlos siempre visibles.
14. Contar con un programa de inspección y mantenimiento de extintores.
15. Evaluar la efectividad del programa de mantenimiento para garantizar que no exista la posibilidad de fugas de gas natural.

### III.1.1 Sistemas de seguridad

En caso de una emergencia en el área donde se encuentre el surtidor o cualquier otra área de la estación, que involucre una desconexión de la válvula breakaway, una fuga de gas, incendio o cualquier otro mal funcionamiento o accidente, las siguientes precauciones deben ser tomadas en cuenta:

En el área del surtidor tendrá un interruptor de presión rojo llamado interruptor de parada de emergencia (ESD). La ubicación de esta pieza debe hacerse familiar y accesible a todo el personal. En caso de emergencia despresurizar el botón de emergencia. Una vez despresurizado toda la operación de la estación se cerrará inmediatamente.

Luego de la activación puede ocurrir lo siguiente:

- Todas las fuentes de poder del surtidor y compresor se apagaran
- El compresor se apagará
- La presión de la cascada de almacenamiento será aislada del resto de la estación con las válvulas de cierre de emergencia
- Las válvulas secuenciales o de control de flujo en el surtidor se cerraran para aislar el gas de la boquilla de llenado
- Toda la operación de la estación cesará hasta que los controles eléctricos de la estación sean reiniciados

M.en C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (448) 751914 – Cel. (442) 3559118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Permite Ambiental - Copia Estaciones - Bestor Ambiental





Environmental Services

En caso de que ocurra una fuga durante el llenado, el surtidor tiene una válvula de cierre de emergencia en la cabina. Cierre manualmente esta válvula hasta que la fuga sea reparada o corregida. Esto terminara el llenado y aislara del suministro de gas vehículo. Después de corregida la fuga, se abre la válvula de cierre de emergencia y comienza el llenado nuevamente.

### Metodología para la detección, control y eliminación de fugas

El monitoreo sistematizado de las tuberías en busca de fugas es la mejor herramienta preventiva ya que permite localizar y eliminar las fugas antes de que se hagan peligrosas.

El programa de mantenimiento comprende rutinas de detección, control y eliminación de fugas.

En todos los casos de fuga identificadas en las instalaciones internas del usuario, previa notificación, el operador del sistema suspenderá el servicio hasta que el usuario notifique de la reparación acompañada del dictamen de una unidad de verificación o, en su defecto que ésta sea verificada por nuestro personal técnico.

En las instalaciones de los usuarios pueden ocurrir fugas por diversas causas, siendo responsabilidad del usuario su detección y control.

Como soporte técnico hacia los usuarios, a solicitud de parte, la empresa prestará el servicio de reparación de las fugas el cual debe ser remunerado.

Para las instalaciones nuevas o aquellas que no hayan funcionado durante tres meses, la conexión del servicio se efectuará hasta que el usuario notifique a la empresa la terminación de la instalación en ambos casos acompañada del informe técnico de la construcción y pruebas, en cumplimiento de la NOM-002-SECRE-2010, con el sello de una unidad de verificación o, a falta de ellas, que la instalación sea verificada por personal técnico del operador del sistema.

Así mismo se instrumentará un plan de prevención en las instalaciones de aprovechamiento de los usuarios, a través del cual se lleve a cabo:

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

Difícena (442) 751994 - Cel (442) 3599118

Conciencia Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Environmental Services

- La sensibilización en cuanto a la prevención y control de riesgos hacia los usuarios, y
- Verificaciones anuales por empleados de NATGAS llevando el control de hermeticidad y buen funcionamiento del conjunto regulador y medidor así como el control de hermeticidad de la instalación, verificando que el medidor no funcione cuando ningún aparato de consumo se encuentre en operación.
  - a) Equipo, herramientas y materiales necesarios para controlar una contingencia:
    - a. Vehículos;
    - b. Retroexcavadora;
    - c. Carpeta con los planos del sistema;
    - d. Equipo de comunicación (uno por persona de cada cuadrilla);
    - e. Explosímetro;
    - f. Equipo de ionización de gas flama;
    - g. Barricadas y equipo de control de tráfico;
    - h. Extintor de incendio y equipo de protección personal;
    - i. Soldadoras por termofusión, manuales y eléctricas para todos tamaños de tubería;
    - j. Planta de luz autónoma;
    - k. Herramienta manual diversa, picos, palas, hachas;
    - l. Cable de cobre desnudo y pinzas de aterrizaje;
    - m. Sacos de manta o yute;
    - n. Bidones con agua;
    - o. Camisas contra fugas para todos tamaños de tubería;
    - p. Tubería en todos los tamaños, y
    - q. Globos de cierre en todos los tamaños de tubería.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (449)2-751984 - Cel (442)3591118

*Transferencia Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*





Environmental Services

- Se anexa en el disco el documento electrónico del manual de instalación, operación y mantenimiento del equipo compresor.
- Se anexa en el disco el documento electrónico del manual de instalación, operación y mantenimiento de los dispensarios IMW D-3I/1 L-SF-2H.

### III.1.2 Medidas preventivas

Las medidas de seguridad preventivas que se tienen establecidas para evitar accidentes de cualquier índole dentro del sistema de compresión de gas natural son:

#### a) Plan de control de contingencias

Contingencia es cualquier evento que pueda poner en peligro o que amenace la seguridad y el bienestar del público en general, la seguridad de los empleados y la operación segura de las instalaciones del sistema de descompresión. Esto significa la presencia de cualquier situación que involucre:

- La detección de olor a gas dentro o cerca de una edificación;
- Fuego localizado cerca de, o en las instalaciones del sistema de descompresión;
- Una explosión que haya ocurrido en o cerca de las instalaciones del sistema de compresión;
- Un desastre natural, tal como un terremoto, inundación, tornado o tormenta violenta que pueda afectar las instalaciones del sistema de descompresión, y
- Una rotura de tubería que ponga en peligro o amenace la seguridad del público en general, de los empleados o de cualquiera de sus usuarios.

Las contingencias en la industria del gas natural representan sucesos cuya magnitud exige la toma de decisiones en forma inmediata.

El objetivo del plan de control de contingencias es asegurar que el personal involucrado en una situación de contingencia esté debidamente capacitado para reconocer y tratar la situación en una forma rápida y segura.

Men C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (442) 751994 – Cel (442) 3557111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riego Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





La actitud prioritaria ante cualquier contingencia, es proteger la seguridad y el bienestar del público en general y sus empleados.

Para cumplir eficientemente el propósito de protección a la vida y la propiedad, el personal operativo de la empresa debe estar familiarizado con y entrenado en:

- El plan de control de contingencias;
- Los procedimientos específicos de control de contingencias;
- Las instalaciones del sistema de descompresión, y

Ningún trabajador podrá intervenir en el control de una contingencia de gas natural si no cumple con las siguientes condiciones:

- Tener la competencia profesional que se requiere, después de una capacitación adecuada;
- Tener conocimientos en materia de control de contingencias en gas natural y un comportamiento que corresponda a las responsabilidades jerárquicas;
- Estar apto en cuanto a sus facultades físicas y actuar por órdenes de su superior, y
- Estar acompañado de otro trabajador u operario al momento de hacer una reparación.

### **Técnicas para el control de contingencias**

Para atender de manera rápida y eficaz todos los reportes de contingencias o cuestiones relativas a la operación y seguridad del sistema de compresión, se pondrá a disposición de los usuarios y del público en general un número telefónico gratuito, el cual será exclusivo para este fin y será atendido las 24 horas del día los 365 días del año.

En una situación de contingencia aplican las siguientes responsabilidades:

#### **Gerente general:**

Al recibir la primera notificación de la contingencia el gerente general debe:

- Reunir detalles precisos del incidente;

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (441) 135 7711 - Cel (441) 135 7711

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





- Convocar y establecer los enlaces con el personal preparándose para proporcionar mano de obra, equipo y materiales;
- Establecer un centro de comunicaciones tal que la información esencial pueda ser transmitida a los coordinadores y responsables;
- Preparar un relato claro y conciso del incidente para el supuesto que sea necesario hacer una declaración a los medios masivos de comunicación;
- En su caso, distribuir un boletín de prensa a los medios apropiados, y
- Asumir la coordinación de las actividades para el control de contingencias.

Jefe de operación y mantenimiento

#### ***Jefe de operación y mantenimiento:***

Antes de la contingencia el jefe de operación y mantenimiento debe:

- Mantener actualizada una lista con los números de teléfono del personal, de los cuerpos de bomberos, del sector de PGPB, de los ayuntamientos, Protección Civil y otras autoridades que puedan proporcionar ayuda y que deban ser notificados en una contingencia;
- Mantener actualizados los mapas topográficos del trayecto del sistema de compresión mostrando la ubicación de las válvulas de seccionamiento que deban operarse para el control del flujo del gas, y
- Garantizar que todo el personal operativo esté entrenado y calificado en la aplicación de las políticas, de los métodos de trabajo y de los procedimientos para el control de contingencias.

Durante la contingencia el jefe de operación y mantenimiento debe:

- Enviar al personal entrenado en control de contingencias al sitio donde se haya reportado la contingencia inmediatamente;
- Trasládarse al sitio para hacerse cargo de las operaciones para controlar la contingencia;
- Verificar que, según se requiera, se hayan realizado todas las maniobras para garantizar la seguridad y bienestar del público en general y que el área haya sido evacuada y acordonada;
- Proporcionar al gerente general la siguiente información, tan pronto sea posible:

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Dfiana 4492751714 - Cel 4421357117

Consultora Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Inspector Ambiental





Environmental Services

Después de la contingencia el jefe de operación y mantenimiento, personalmente, dirigirá las maniobras para la reanudación del servicio de una manera eficiente y seguirá tomando las medidas necesarias para proteger al usuario y su propiedad.

- Eliminar las fuentes de peligro actual o potencial. Cuando sea posible, hacer las reparaciones necesarias. Durante las mismas, otros integrantes del equipo de control de contingencias continuarán verificando el área para determinar la existencia de otras fugas. Nunca intentar hacer una reparación estando solo.

En caso de fuego en el sistema o cerca del sistema se ejecutarán las acciones descritas en los puntos anteriores y además se deberá:

- Acordonar o de cualquier otra manera bloquear el acceso al área. Sólo se permitirá el acceso al personal cuya ayuda se pudiera requerir, a los cuerpos de seguridad y a las autoridades municipales, y
- Proporcionar asistencia o buscar asistencia médica para los lesionados.

En relación a los fenómenos naturales o climáticos, se deberá tener en cuenta:

- En cada cambio de estación, el jefe de operación y mantenimiento debe establecer comunicación con el Sistema Meteorológico Nacional, la Comisión Nacional del Agua y las estaciones de radio y televisión para mantenerse informado de los pronósticos del clima, y
- Si se presenta un fenómeno natural y ocasiona una contingencia en el área, el personal que descubra la contingencia deberá implementar los procedimientos de control de contingencia necesarios.

El personal seguirá los procedimientos de respuesta para la contingencia específica que se haya suscitado (fuego, contingencia médica, fuga, etc.).

M. en C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (442) 751114 – Cel (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riego Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





### **b) Medidas de seguridad para controlar la circulación de vehículos**

Este procedimiento se aplicara únicamente cuando se suscite alguna contingencia en instalaciones o secciones del sistema en áreas donde exista circulación de vehículos, para evitar una posible fuente de ignición del gas natural, pudiéndola efectuar el operador y el jefe de operación y mantenimiento los cuales son responsables de controlar la contingencia y de buscar la ayuda de las autoridades competentes.

Los trabajos para control de la circulación de vehículos se efectuaran utilizando cintas de advertencia, señalamientos, mecheros, barricadas, etc., desviando la circulación de ser posible para alguna vía alterna.

Determinando la distancia mínima para detener a los vehículos en primera instancia por las advertencias de personas que detectaron el olor a gas seguido por la utilización de equipo especializado para detectar los límites mínimos de expresividad operado por personal capacitado.

No se permitirá el paso de vehículos automotores, una vez delimitada el área de peligro aún y cuando sean equipos de autoridades competentes, bomberos y personal de la empresa.

En el caso de que algún vehículo quede dentro del área de peligro no se permitirá encender el motor para retirarlo del lugar.

Una vez controlada la fuga o emanación de gas el jefe de operación y mantenimiento autorizará el acceso de equipo o maquinaria para proceder a la reparación de la instalación que causó la contingencia, no retirando las barricadas preventivas.

El control de vehículos estará a cargo de las autoridades competentes en coordinación con el jefe de operación y mantenimiento quien determinara en su momento la reanudación de la circulación de las vías bloqueadas.

El jefe de operación o personal descendente se hará cargo de la limpieza general del área afectada, dando tratamiento adecuado a los materiales y/o residuos para su desecho.

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 751114 – Cel (442) 3511118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riego Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





## **Mantenimiento**

### **Diariamente:**

- Revisar las condiciones de operación del compresor
- Revisar los valores mostrados en los transmisores e indicadores de presión y temperatura
- Verificar el nivel de aceite
- Revisar el dren de condensado de tuberías
- Verificar cualquier ruido o vibración anormal

### **Semanalmente:**

- Verificar la tensión de las bandas en caso de aplicar
- Verificar los coples mecánicos y flechas de transmisión en caso de aplicar
- Limpiar materia extraña en la cabeza de los cilindros, el motor, ventilador, líneas de gas.
- Nivel de condensados en filtro

### **Mensualmente:**

- Revisión de fugas en el todas las uniones del compresor

### **Trimestral**

- Revisar que no haya tornillos y tuercas flojos
- Cambio de aceite, en caso de aplicar
- Inspeccionar los ensambles de válvulas
- Calibración de transmisores de presión y temperatura

### **Anualmente**

- Revisión de pistones
- Calibración de dispositivos de control de exceso de presión
- Mantenimiento de filtros

*Men C. Anahi Silva Sánchez*

Défeca (449) 2751989 – Cel (442) 3599111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Responsabilidad y  
Transparencia



Confianza  
Promercedores y  
Clientes



Truque  
Experiencia y Calidad



Calidad  
Normas y Estándar



Innovación  
Espíritu y Actitud



Compromiso  
Empatía y Más  
Capacitación



Resultados  
Eficiencia y Precisión



## IV. RESUMEN

*M. en C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (442) 7511114 – Cel. (442) 35591111

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*





## CONTENIDO

IV. RESUMEN .....	3
IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL .....	3
IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL .....	4
IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO .....	12

*María C. Anahi Silva Sánchez*

Oficina (448)2-751984 – Cel (442)35579117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Environmental Services

#### IV. RESUMEN

##### IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

1. Considerar los radios de afectación obtenidos en las simulaciones para determinar las rutas de evacuación y rutas alternas en caso de presentarse algún evento de incendio o explosión que genere daños en las instalaciones de la estación de compresión y fuera de ella.
2. Asegurar que el personal que opera la estación de compresión de gas natural esté debidamente capacitado en el uso de equipo contra incendio.
3. Contar con un sistema de comunicación de peligros que incluya las brigadas de emergencias de la empresa ubicada al norte del predio y la de la estación de carburación.
4. Tener estricto control del mantenimiento y vigilancia del estado físico del equipo compresor y de los dispensarios.
5. Llevar registros documentales del estado en el que se encuentran las tuberías, equipos, tanques, instrumentación del sistema de compresión y dispensarios.
6. Asegurar que la estación de compresión sea instalada y operada de acuerdo a la normatividad vigente aplicable a las instalaciones de manejo de gas natural.
7. Capacitar periódicamente al personal involucrado en los riesgos del manejo de materiales inflamables.
8. Contar con un adecuado Programa de Prevención de Accidentes.
9. Evaluar la efectividad del plan de respuesta interno y externo.
10. Coordinación y cooperación con las autoridades municipales, bomberos y policía, intercambios de experiencia y capacitación mutua.
11. Contar con el visto bueno de protección civil.
12. El proyecto se considera ambientalmente viable.

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Dfuna (442) 751994 - Cel (442) 73579118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Responsabilidad Social



Equidad



Bienestar



Innovación



Energía



Conciencia



Emprendimiento



Educación



Inclusión



Sostenibilidad



## IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Los escenarios determinados para el análisis de consecuencias son los que resultaron de la jerarquización de riesgos aplicando la metodología Análisis ¿Qué pasa si...?. Para la simulación de los eventos y la determinación de los radios de afectación se utilizó el programa ALOHA® 5.4.7.0, desarrollado en conjunto por la NOAA y EPA, para la simulación de escenarios de riesgo en un estudio de riesgo ambiental.

En el presente proyecto se consideran las siguientes condiciones (Fuente: INEGI) para efectuar la *simulación del riesgo*:

- a) Las propiedades físicas y químicas del gas combustible que se transporta, permanecen constantes con respecto al tiempo.
- b) Se consideró una temperatura promedio ambiente de **18 °C** (temperatura promedio durante el año en la región), y una humedad relativa de **59%**.
- c) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de **1.7 m/s**.
- d) De acuerdo al requerimiento de la SEMARNAT de simular bajo condiciones de dispersión, bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad atmosférica es de **tipo "F"**, moderadamente estable.
- e) El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 15 minutos, ya que siempre estará presente personal en la Estación de Servicio.

Cabe mencionar que para incendio o explosión, se deberá haber presentado una fuga previamente.

Mar C. Anahí Silva Sánchez

Oficina (449)2751194 - Cel (449)3571118

Atención Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





### Descripción de los eventos probables

Por lo tanto, se proponen los siguientes eventos probables de fuga de gas natural en diferentes puntos del sistema de distribución de gas natural

**Escenario 1.- Fuga de gas natural en Estación de regulación y medición**

**Escenario 2.- Fuga de gas natural en Compresor**

**Escenario 3.- Fuga de gas natural en Dispensario**

En la tabla 1.19 se muestra la descripción de los eventos probables, en base a los cuáles se realizará el análisis de consecuencias.

**Tabla 1.19 Descripción de los eventos probables**

No.	Escenario	Consideraciones
<b>Gas natural</b>		
1	Fuga de gas natural en <b>Estación de regulación y medición</b>	1. Diámetro de la tubería: 3'' 2. Presión: 9.81 bar 3. Fuga trasversal
2	Fuga de gas natural en <b>Compresor</b>	1. Diámetro de tubería: 1'' 2. Presión: 200 bar 3. Fuga trasversal
3	Fuga de gas natural en <b>Dispensario</b>	1. Diámetro de manguera: 1'' 2. Presión: 200 bar 3. Fuga trasversal

### Resultados de los eventos de simulación identificados

En las siguientes tablas se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos analizados correspondientes al gas natural.

Como Anexo se muestran las memorias técnicas de las simulaciones realizadas.

*María C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442) 2-751114 - Cel (442) 3577113

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





**Tabla II.1 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en la Estación de regulación y medición (Escenario 1)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Estación de regulación y medición (Escenario 1)</b>			
Fuga transversal	Incendio	19	36
	Explosión	No se generó	170

**Tabla II.2 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Compresor (Escenario 2)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Compresor (Escenario 2)</b>			
Fuga transversal	Incendio	26	49
	Explosión	No se generó	37

**Tabla II.3 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en los Dispensarios (Escenario 3)**

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
<b>Dispensarios (Escenario 3)</b>			
Fuga transversal	Incendio	26	49
	Explosión	No se generó	37

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas anteriores, se puede observar que todos los eventos tienen consecuencias de incendio, siendo los radios de riesgo mayores los obtenidos para el segundo y tercer escenario, es decir, para el compresor y los dispensarios, para los niveles de radiación

*M.en C. Anahi Silva Sánchez*

Diciembre (448) 751194 - Cel (442) 3511111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental





Environmental Services

de alto riesgo y amortiguamiento ( $5 \text{ Kw/m}^2$  y  $1.4 \text{ Kw/m}^2$ ). En el caso de explosión, a pesar de que se alcanza a generar dicha consecuencia para todos los eventos, únicamente se obtuvieron radios para una sobrepresión de  $0.5 \text{ lb/plg}^2$  (Amortiguamiento).

Una vez identificados los eventos probables, se realizó el análisis de consecuencias para poder describir los escenarios de ocurrencia de cada uno de los eventos probables de riesgo.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada evento, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia para la fuga simulada.

*M. en C. Anahí Silva Sánchez*

Dfuerza (442) 751114 - Cel (442) 3511118

*Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental*



Responsabilidad  
Ambiental y Social



Cultura  
Institucional y  
Económica



Pasión  
Compromiso y Calidad



Innovación y Calidad



Ideas  
Técnicas y Creativas



Comunidad  
Entrenamiento y  
Especialización



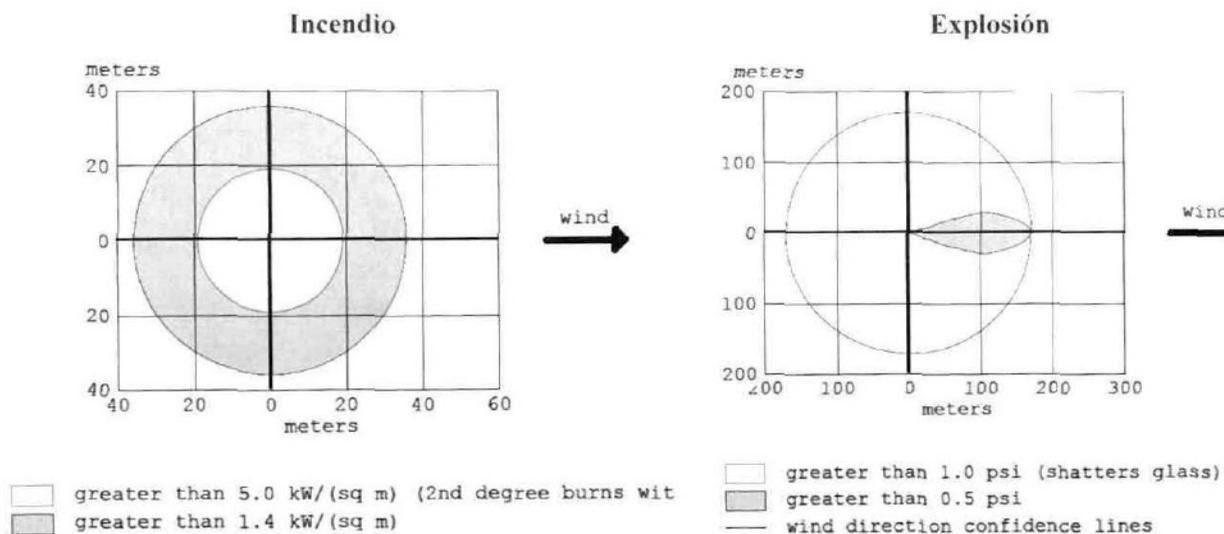
Eficiencia y Precisión

**Escenario 1. Fuga de gas natural en la estación de regulación y medición**

**Tabla II.5 Escenario 1. Fuga de gas natural en el patín de regulación con condiciones de presión a 9.81 bar, con la posible formación de un incendio**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/seg)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	14,171	236	7	19	36	No se generó	170

A continuación se muestran los radios de afectación de la fuga transversal en la primera regulación del patín de regulación a una presión de 9.81 bar, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión solo se alcanzaron a generar las consecuencias con una sobrepresión de 0.5 lb/plg<sup>2</sup> (Amortiguamiento).



**Figura II.1 Radios de afectación de fuga transversal en la primera regulación en el patín de regulación a una presión de 9.81 bar.**

Mer C. Anahí Silva Sánchez  
 Oficina (441) 751124 - Cel (442) 3571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Planes Ambientales - Capacitaciones - Gestión Ambiental

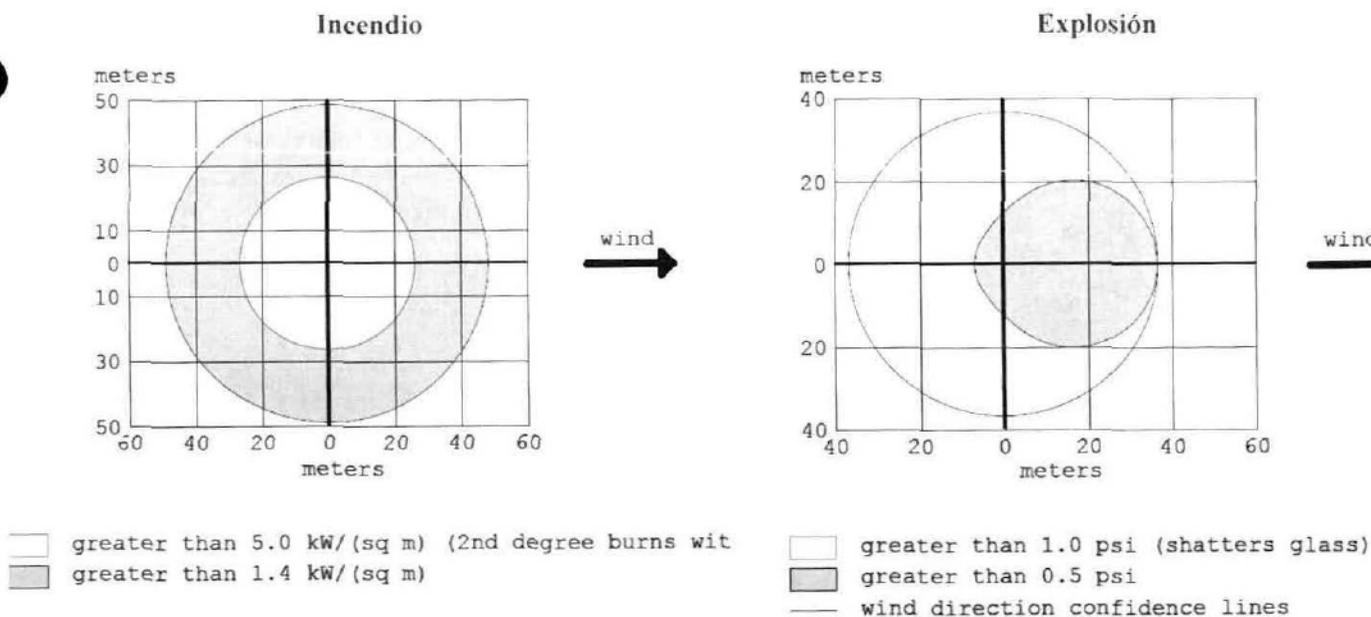


**Escenario 2. Fuga de gas natural en compresores**

**Tabla II.6 Escenario 2. Fuga de gas natural en compresores.**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	29,023	484	3	26	49	No se generó	37

A continuación se muestran los radios de afectación por fugas en el compresor, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Se obtuvieron consecuencias de incendio para los dos niveles de riesgo, en caso de explosión, únicamente se presentó el evento para la zona de amortiguamiento.



**Figura II.2 Radios de afectación por fuga transversal en compresor a una presión de 200 bar.**

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Oficina (4432) 351134 - Cel (442) 3571112

Consultoría Ambiental - Ingeniería Ambiental - Proyecto Ambiental - Capacitación - Gestión Ambiental



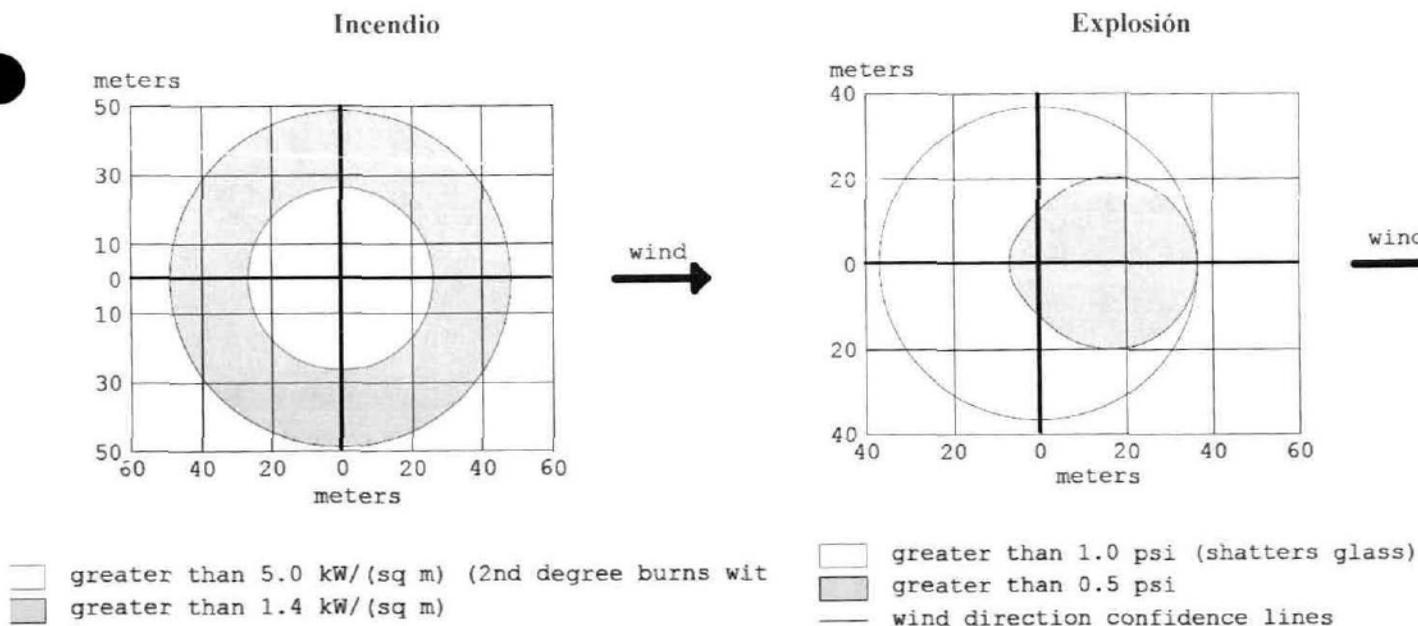


**Escenario 3. Fuga de gas natural en dispensarios**

**Tabla II.7 Escenario 3. Fuga de gas natural en dispensarios**

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>	1 psi	0.5 psi
Fuga transversal	29,023	484	3	26	49	No se generó	37

A continuación se muestran los radios de afectación por fuga transversal en línea de 1" de diámetro en dispensarios, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Se obtuvieron consecuencias de incendio para los dos niveles de riesgo, en caso de explosión, únicamente se presentó el evento para la zona de amortiguamiento.



**Figura II.3 Radios de afectación por fuga transversal en dispensarios**

Men C. Anahí Silva Sánchez

Dfiana (441) 2351114 - Cel (441) 3591111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Pasaje Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





Environmental Services

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas y gráficas anteriores, en donde se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los escenarios analizados en el Sistema de Gas Natural Comprimido, se puede observar que el escenario que presenta los radios de alto riesgo y amortiguamiento mayores, es el escenario No. 2 relativo a un compresor en donde se maneja una presión de 200 bar, esta regulación se lleva a cabo en el equipo compresor y se simuló un evento para una fuga transversal (colapso de la tubería). Para este escenario se obtuvo como consecuencia un incendio tipo dardo con un radio de alto de riesgo de 26 m y un radio de amortiguamiento de 49 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad del gas natural para este sobrepresión, sin embargo se prevé un radio de amortiguamiento de 37 m para una sobrepresión de 0.5 psi. Es importante identificar las fuentes de ignición que pudiera encontrar en ese radio, así como evitar que la temperatura se eleve o que la fuga sea de larga duración a fin de evitar que se genere un daño mayor.

En segundo lugar de importancia por la magnitud de los radios de afectación generados, se tiene el escenario No. 3, referente a una fuga de gas natural en los dispensarios, se simuló una fuga de gas natural en la manguera de los dispensarios de 1 pulgada de diámetro y manejando una presión de 200 bar. Las consecuencias obtenidas fue un radio de alto riesgo de 26 m y amortiguamiento de 49 metros para una radiación térmica de 5 y 1.4 Kw/m<sup>2</sup>, respectivamente, asimismo se generó una explosión con un radio de amortiguamiento de 37 m.

En tercer lugar de importancia se tiene el escenario No. 1 correspondiente a una fuga en la estación de regulación y medición, específicamente en la línea de salida del gas en donde se maneja una presión de 9.81 bar. Se obtuvieron radios de alto riesgo y amortiguamiento para un incendio tipo dardo derivados de una fuga transversal en la línea del patín de regulación con radios de 19 y 36 m, respectivamente. Cabe mencionar que para este escenario no se generó la consecuencia de explosión.

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448) 751114 - Cel (447) 3571111

Consultas Ambientales - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental



Integridad  
Responsabilidad  
Calidad



Fortaleza  
Innovación  
Humildad



Equipo  
Pasión  
Cálculo



Transparencia  
Honestidad  
Cálculo



Innovación  
Tecnología  
Atención



Comunicación  
Estrategia  
Marketing



Procesos  
Eficiencia  
Innovación

### IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

#### Sustancias involucradas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Flujo (SCMD)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (bar)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
Metano	74-82-8	0.61	33,816	16	7.62	6,89	7.1	<p>El gas natural se suministrara a partir de la red de gas que corre sobre la avenida principal por medio de una interconexión que se solicitara al distribuidor, además el distribuidor instalará una estación de medición de gas natural para el suministro a la estación de carburación.</p> <p>La red de aprovechamiento se instalará bajo los lineamientos establecidos en la NOM-002-SECRE-2010, al final de la línea se colocara el equipo de compresión que contará con 6 despachadores para llenar el tanque de combustible de las unidades vehiculares que así lo requieran.</p>

\*De acuerdo con los lineamientos descritos por la unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, *International Union Pure Applied Chemistry*).

\*\* De acuerdo con el *Chemical Abstract Service (CAS)*

Mer C. Anahí Silva Sánchez

Défimo (442)2751934 - Cel (442)3549118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

### Antecedentes de Accidentes e Incidentes\*

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

\* No se tienen antecedentes de incidentes o accidentes registrados en alguna de las instalaciones de las estaciones de carburación de la empresa NATGAS QUERETARO, S.A.P.I. de C.V.

### 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			
1	1	Fuga de gas natural en estación de medición y regulación	X		X	X	Estación de medición y regulación	Análisis ¿Qué pasa si...?	Atmósfera
2	2	Fuga de gas natural en compresor	X		X	X	Compresor	Análisis ¿Qué pasa si...?	Atmósfera
3	3	Fuga de gas natural en dispensario	X		X	X	Dispensario	Análisis ¿Qué pasa si...?	Atmósfera

Mer C. Anahi Silva Sánchez

Tel: 04421351119 - Cel: 04421351118

www.natgas.com.mx | www.natgas.com.mx | www.natgas.com.mx | www.natgas.com.mx

### 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		X 10 <sup>-5</sup>	X10 <sup>-6</sup>
													Distancia (m)	Distancia (m)
1	1		X	14,171	Kg	Gas			X			ALOHA® 5.4.4	19	36
2	2		X	29,023	Kg	Gas			X			ALOHA® 5.4.4	26	49
3	3		X	29,023	Kg	Gas			X			ALOHA® 5.4.4	26	49

### Criterios utilizados

No de falla	No de evento	Toxicidad		Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad atmosférica	Explosividad		Radiación térmica		Otros criterios
		IDHL*	TLV <sub>g</sub> **							
1	1	X	X	1.7	F	1,0 lb/plg <sup>2</sup>	0,5 lb/plg <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	1,4 kW/m <sup>2</sup>	N/A
2	2	X	X	1.7	F	1,0 lb/plg <sup>2</sup>	0,5 lb/plg <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	1,4 kW/m <sup>2</sup>	N/A
3	3	X	X	1.7	F	1,0 lb/plg <sup>2</sup>	0,5 lb/plg <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	1,4 kW/m <sup>2</sup>	N/A

\*IDLH: Inminente para la vida y la salud

\*\*TLV<sub>g</sub>: Valor Umbral Límite

María C. Anahí Silva Sánchez

Défona 144212751934 - Cel 144213571118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental





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

*Mer C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina 144872751984 – Cel. 144215579118

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Cooperaciones - Gestión Ambiental





## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	3
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	3
V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN .....	3
V.1.2 FOTOGRAFÍAS .....	3
V.2 OTROS ANEXOS.....	3
BIBLIOGRAFÍA.....	4

*M.en C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (448)72-751184 – Cel (442)3577112

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión 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

#### V.1.2 FOTOGRAFÍAS

### V.2 OTROS ANEXOS

- Datos del promovente (Copia simple del acta constitutiva y RFC)
- Pasaporte Representante Legal, Copia simple del poder del representante legal
- Contrato de subarrendamiento
- Documentos del responsable de la elaboración del estudio de riesgo
- Planos del proyecto
- Hojas de datos de seguridad (MSDS) para:
  - Gas Natural
  - Etil mercaptano
- Memorias técnicas de las simulaciones realizadas
- Hojas de trabajo Qué pasa si...?

*Men C. Anahí Silva Sánchez*

Oficina (442)751984 – Cel (442)3571117

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Caracterización - Gestión Ambiental



Integridad  
Responsabilidad y  
Credibilidad



Confianza  
Procesamiento y  
Eficiencia



Pasión  
Transparencia y  
Calidad



Innovación y  
Liderazgo



Experiencia  
Talento y  
Ejecución



Compromiso  
Especialización y  
Calidad



Excelencia y  
Innovación



## BIBLIOGRAFÍA

1. Casal Joaquim, Montiel Helena, Planas Eulàlia, Vilchez Juan A. 2001. Análisis del riesgo en instalaciones industriales, Primera Edición, Alfaomega Grupo Editor S.A., Barcelona España. Pp.361
2. Harris R Greenberg, Cramer, Joseph J. 1991. Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry. Décimo sexta edición, Van Nostrand Reinhold, Estados Unidos de América. Pp. 369
3. American Institute of Chemical Engineers, 1992. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. Segunda Edición with Worked Examples, Center for Chemical Process Safety, Estados Unidos de América. Pp. 461
4. American Institute of Chemical Engineers, 2000. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Segunda Edición, Center for Chemical Process Safety, Estados Unidos de América. Pp. 756
5. Jones, R., W. Lehr, D. Simecek-Beatty, R. Michael Reynolds, 2013. ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4: Technical Documentation. U. S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 43. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA. 96

M.en C. Anahí Silva Sánchez

Dfuna (442) 751114 - Cel (442) 3591111

Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

