

# ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

PARA EL PROYECTO:

**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC:  
BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”**

Presentado por:  
BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. DE C.V.



Elaborado por:  
ERGON RISK MANAGEMENT S. DE R.L. DE C.V.



**JUNIO 2021**

|                                                                                                            |                                                                                                                                                          |                     |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 2 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

## INDICE

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS..... | 5   |
| 1.1 PROYECTO.....                                                                                                          | 5   |
| 1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....                                                                                             | 5   |
| 1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....                                                                                          | 5   |
| 1.2 PROMOVENTE .....                                                                                                       | 5   |
| 1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....                                                                                           | 5   |
| 1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.....                                                               | 5   |
| 1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL .....                                                                         | 5   |
| 1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS .....                                | 5   |
| 1.3.1 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....                                                                              | 5   |
| 1.3.2 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS .....                | 5   |
| 2. OBJETIVO .....                                                                                                          | 6   |
| 3. ALCANCE .....                                                                                                           | 6   |
| 4. DEFINICIONES.....                                                                                                       | 6   |
| 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS .....                                                     | 9   |
| 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....                                                                                         | 9   |
| 5.1.1 PROYECTO.....                                                                                                        | 35  |
| 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....                                                                                          | 42  |
| 5.3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....                                                                                          | 43  |
| 5.3.1 PROYECTO.....                                                                                                        | 72  |
| 5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS .....                                                                                | 78  |
| 5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....                                            | 78  |
| 5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.....                                                                                | 107 |
| 5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....                                                 | 114 |
| 5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....                                                             | 116 |
| 5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....                                                                                     | 116 |
| 5.7 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO .....                                        | 138 |
| 5.7.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD .....                                                                                         | 138 |
| 5.7.2. MEDIDAS PREVENTIVAS .....                                                                                           | 140 |
| 5.7.3 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS .....                                                                             | 145 |
| 5.8 CONCLUSIONES .....                                                                                                     | 152 |
| 5.9. RESUMEN EJECUTIVO .....                                                                                               | 155 |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 3 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1. Componentes de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC .....             | 35  |
| Tabla 2. Características de equipos principales del Proyecto .....                             | 36  |
| Tabla 3. Características de equipos auxiliares del Proyecto .....                              | 41  |
| Tabla 4. Listado de sustancias por tipo de riesgo mayor y características de peligrosidad..... | 42  |
| Tabla 5. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.....           | 72  |
| Tabla 6. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.....                  | 73  |
| Tabla 7. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.....                          | 74  |
| Tabla 8. Uso de suelo para un radio de 500 metros.....                                         | 78  |
| Tabla 9. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros .....                                 | 79  |
| Tabla 10. Sustancias de mayor índice de accidentes .....                                       | 86  |
| Tabla 11. Tipo de las metodologías de acuerdo con la etapa del proyecto. ....                  | 88  |
| Tabla 12. Palabras guía para realizar el Hazop .....                                           | 90  |
| Tabla 13. Categorías de frecuencia .....                                                       | 94  |
| Tabla 14. Categoría de consecuencia .....                                                      | 94  |
| Tabla 15. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo.....                               | 96  |
| Tabla 16. Escenarios de riesgos identificados .....                                            | 98  |
| Tabla 17. Escenarios evaluados cuantitativamente .....                                         | 106 |
| Tabla 18. Tipos de estabilidad .....                                                           | 110 |
| Tabla 19. Condiciones meteorológicas que definen la Clase.....                                 | 110 |
| Tabla 20. Diámetros de fuga en base al tipo de evento .....                                    | 111 |
| Tabla 21. Criterios de zonas de seguridad y riesgo. ....                                       | 112 |
| Tabla 22. Criterios de simulación.....                                                         | 113 |
| Tabla 23. Recomendaciones de la identificación de peligros y evaluación de riesgos. ....       | 145 |
| Tabla 24. Programa para la implementación de las recomendaciones.....                          | 149 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Plano general de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. de C.V. ....              | 10 |
| Figura 2. Esquema de la Estación de Suministro y Terminal de Carga. ....                                                                  | 13 |
| Figura 3. Diagrama de proceso.....                                                                                                        | 14 |
| Figura 4. Estación de Regulación y Medición (ERM).....                                                                                    | 15 |
| Figura 5. Almacenamiento .....                                                                                                            | 18 |
| Figura 6. Poste de llenado de alto flujo .....                                                                                            | 20 |
| Figura 7. Surtidor .....                                                                                                                  | 22 |
| Figura 8. Sistema de enfriamiento agua-aire .....                                                                                         | 25 |
| Figura 9. Panel eléctrico y de control .....                                                                                              | 25 |
| Figura 10. Recinto.....                                                                                                                   | 26 |
| Figura 11. Compresor de aire .....                                                                                                        | 27 |
| Figura 12. Ubicación del proyecto de la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.”. .... | 44 |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 4 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 13. Clima en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros.....                                                                | 45 |
| Figura 14. Hidrografía en el sitio donde se pretende ubicar el proyecto y un radio de 500 metros....                                   | 48 |
| Figura 15. Edafología en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros. ....                                                      | 50 |
| Figura 16. Tipo de Geología en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros.....                                                 | 51 |
| Figura 17. Provincias Fisiográficas en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros.....                                         | 52 |
| Figura 18. Subprovincias Fisiográficas en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros.....                                      | 53 |
| Figura 19. Regiones Hidrológicas prioritarias en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros                                    | 54 |
| Figura 20. Regiones marinas prioritarias del territorio mexicano. ....                                                                 | 55 |
| Figura 21. Regiones terrestres prioritarias en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros ...                                  | 56 |
| Figura 22. Vegetación en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros .....                                                      | 57 |
| Figura 23. Sitios Ramsar con respecto a la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros. ....                                       | 58 |
| Figura 24. Áreas de conservación para las aves (AICA's) en la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros.....                     | 59 |
| Figura 25. Grado de riesgo por sequías en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros.....                                          | 60 |
| Figura 26. Grado de riesgo por heladas en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros.....                                          | 61 |
| Figura 27. Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros.....                             | 62 |
| Figura 28. Grado de riesgo por inundaciones en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros. ....                                    | 63 |
| Figura 29. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros.....                              | 64 |
| Figura 30. Volcanes activos en el sitio del proyecto y un radio de 500 metros .....                                                    | 66 |
| Figura 31. Zonas susceptibles a hundimientos y desplazamientos con respecto a la ubicación del proyecto y un radio de 500 metros.....  | 67 |
| Figura 32. Zonificación de peligro por tsunamis en el territorio mexicano.....                                                         | 68 |
| Figura 33. Ubicación del proyecto dentro de las zonas sísmicas del territorio mexicano.....                                            | 69 |
| Figura 34. Fallas en el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros. ....                                                           | 70 |
| Figura 35. Proximidades con Zonas Vulnerables de Población para un radio de 500 metros .....                                           | 73 |
| Figura 36. Componentes ambientales para un radio de 500 metros en torno al proyecto. ....                                              | 74 |
| Figura 37. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 metros en torno al proyecto. ....                                     | 77 |
| Figura 38. Uso de suelo en el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros. ....                                                     | 78 |
| Figura 39. Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP .....                                                                             | 89 |
| Figura 40. Definición de Nodos de la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.” ..... | 93 |
| Figura 41. Principio ALARP .....                                                                                                       | 96 |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 5 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

## 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

### 1.1 PROYECTO

#### 1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”

#### 1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### 1.2 PROMOVENTE

#### 1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. DE C.V.

#### 1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

BCZ201125TL0

#### 1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

DIEGO BOUQUET GOMEZ.

### 1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

ERGON RISK MANAGMENT S. DE R.L. DE C.V.

#### 1.3.1 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

ERM180921IN1

#### 1.3.2 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

|                                                                                                            |                                                                                                                                                          |                     |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 6 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

## 2. OBJETIVO

Desarrollar el Análisis de Riesgos para identificar, evaluar y categorizar los riesgos potenciales que se pudiesen presentar asociados a las actividades del proyecto; que comprende el suministro de gas natural a vehículos automotores y la carga de GNC a módulos de almacenamiento transportables; estableciendo las medidas necesarias para administrar la seguridad de la instalación en niveles tolerables.

Lo anterior, con base en el planteamiento de los siguientes objetivos particulares:

- Identificación de riesgos y análisis usando la metodología HAZOP; analizando las causas, consecuencias y salvaguardas asociadas a cada escenario de riesgo.
- Ponderación y Jerarquización de los escenarios analizados.
- Estimación cuantitativa de los escenarios de riesgo Intolerables e indeseables asociados a pérdida de contención de sustancias peligrosas.
- Emisión de Recomendaciones de reducción de Riesgo.

## 3. ALCANCE

El alcance del presente estudio comprende la identificación, evaluación y categorización de los riesgos potenciales asociados a los procesos y actividades que se llevarán a cabo en la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. de C.V.

El desarrollo del presente Análisis de Riesgo contempla:

- Recopilación y análisis de información

Solicitud y análisis de información acerca del diseño y características del proceso, Diagramas de flujo, Hoja de Seguridad de la sustancia, Sistemas de seguridad, etc.

- Identificación de riesgos y jerarquización

Identificación de riesgos a través de las metodologías HAZOP (Hazard and Operability Analysis, por sus siglas en inglés) Identificación de las protecciones de cada escenario de riesgo, con la finalidad de proponer las acciones de seguridad necesarias para operar en niveles de riesgo tolerables.

## 4. DEFINICIONES

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

**Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles riesgos que puedan originar los peligros de un diseño o instalaciones en operación para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 7 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

**Caso Alternativo:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al peor caso ni al caso más probable.

**Caso Más Probable:** Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

**Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

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

**Estación de Suministro de GNC:** Conjunto de Componentes que recibe Gas Natural mediante un ramal de línea de un sistema de distribución o de transporte de Gas Natural por ductos, para acondicionarlo como GNC y suministrarlo mediante Surtidores con Llenado Rápido y/o mediante Postes con Llenado Lento, como combustible de vehículos automotores.

**Estación Matriz:** Conjunto de Componentes que, adicionalmente al sistema de suministro de GNC a vehículos automotores, cuenta con instalaciones para cargar GNC en Módulos de almacenamiento transportables en vehículos por carretera para las Estaciones Satélite.

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

**Peor Caso:** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia.

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

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

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 8 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                 |

**Salvaguarda:** Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros; destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la instalación;

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

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

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

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

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

**Terminal de Carga:** Sistema aplicado para acondicionar el Gas Natural a las condiciones adecuadas para cargar Módulos de almacenamiento de GNC que se transportan por carretera a las Terminales de Descarga.

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

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

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

|                                                                                                            |                                                                                                                                                      |                     |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                           | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 9 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL<br>ZAPOCAN SA DE CV” |                     |                 |

## 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

**DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

La Estación de suministro y terminal de carga contará con las siguientes áreas operativas:

- Estación de Regulación y Medición (ERM).
- Recintos de compresión.
- Punto de carga de GNC.
- Canopy con islas de suministro.
- Subestación y transformadores.
- Cuarto eléctrico.
- Cuarto de residuos peligrosos.
- Cuarto de compresores de aire.
- Área de maniobras, acceso y salida.

Dentro de la Estación se contará con instalaciones para lo siguiente:

- Main Distribution Frame o SITE (Cuarto de Sistemas de Tecnologías de la información).
- Cuarto de Conteo de Valores.
- Oficinas administrativas.
- Cuarto de servicio.
- Sanitarios mujeres.
- Sanitarios hombres.

Áreas de distribución en el terreno

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| ERM                            | 23.48m <sup>2</sup>   |
| Recinto de compresión          | 23.74m <sup>2</sup>   |
| Cascada de almacenamiento      | 6.97m <sup>2</sup>    |
| Poste de suministro            | 3.6m <sup>2</sup>     |
| Trinchera de Terminal de carga | 32.23m <sup>2</sup>   |
| Estación de suministro         | 152.18m <sup>2</sup>  |
| Área libre                     | 1508.14m <sup>2</sup> |
| Área total del terreno         | 1750.34m <sup>2</sup> |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**"ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV"**

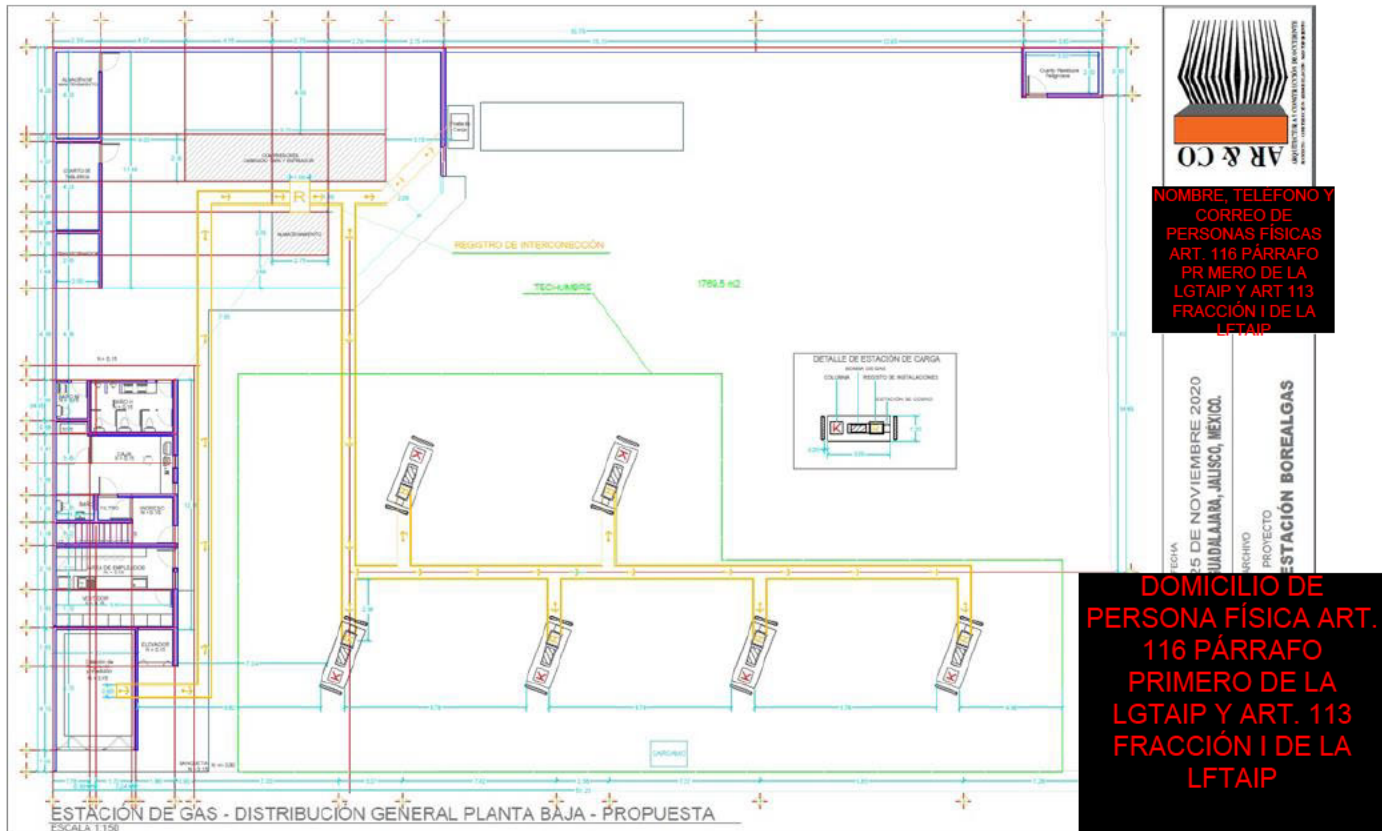


Figura 1. Plano general de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOCAN SA DE CV.

**Normas aplicables**

| Norma             | Descripción                                                                                                                                                                                                 | Justificación de la selección                                                                                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOM-010-ASEA-2016 | Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones satélite de vehículos automotores. | Aplicación obligatoria en todo el territorio nacional para el diseño, operación y mantenimiento y desmantelación de estaciones de servicio de gas natural. |
| NOM-02SECRE-2011  | Instalaciones de aprovechamiento de gas natural                                                                                                                                                             | Aplicación obligatoria en todo el territorio nacional para el diseño, operación y mantenimiento para las instalaciones de aprovechamiento de gas natural.  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 11 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

|                    |                                                                                                                                       |                                                                            |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| NOM-003-SECRE-2011 | Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.                                                                     | Aplicación obligatoria para el diseño de ductos en el territorio nacional. |
| NOM-001-SEDE-2012  | Instalaciones Eléctricas (utilización).                                                                                               | Aplicación obligatoria para las instalaciones eléctricas.                  |
| NOM-002-STPS-2010  | Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.                                        | Aplicación sugerida en la NOM- 010- ASEA-2016                              |
| NOM-020-STPS-2011  | Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas – Funcionamiento – Condiciones de Seguridad. | Aplicación sugerida en la NOM- 010- ASEA-2016                              |
| NOM-026-stps-2008  | Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.                             | Aplicación sugerida en la NOM- 010- ASEA-2016                              |

El Gas Natural (GN) será recibido por medio de una Estación de regulación y medición (ERM), propiedad de ENGIE, la ERM se interconectará al ducto de distribución de gas natural en el punto más cercano. A la entrada de la ERM la presión será de 21 bar y en la salida se tendrá una presión de 7 bar, previo a la entrada de gas a los compresores se colocará un medidor de flujo másico que cuantificará la cantidad de gas que ingresa a la estación.

Los equipos principales de la Estación de suministro y Terminal de Carga serán dos compresores de gas natural en configuración twin que elevarán la presión del gas que proviene de la ERM hasta 250 bar (3626psi), el GNC podrá ser dirigido mediante el panel de prioridad hacia la cascada, estación de suministro (surtidores) o directamente al poste de carga dependiendo de la demanda. La tubería que se utilizará para enviar el gas natural de la ERM a los compresores será de acero al carbono (de 4” de diámetro) alojada en trincheras. Se utilizarán diferentes líneas de tubería en acero inoxidable (de 1” de diámetro), que conducirán GNC a la cascada, poste de carga y estación de suministro, alojadas en trincheras. La cascada contará con 70 esto con el objetivo de aumentar la velocidad de carga y la eficiencia energética.

El GNC será conducido al poste de carga y a la estación de suministro (surtidores). Adicionalmente se contarán con los siguientes equipos, que sirven para acondicionar el gas natural y son complementos para la correcta operación de los equipos principales:

- Filtro de GNC (Previo a Recinto de compresión)
- Sistema de enfriamiento de agua
- Sistema de cascada pulmón con tanques de recirculación.
- Panel de prioridad.
- Sistema de aire comprimido para funcionamiento de válvulas.
- Sistema de medición de gas natural de entrada y salida.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|                                              |               |
|----------------------------------------------|---------------|
| Flujo de diseño de la EDS                    | 3860 $Sm^3/h$ |
| Capacidad operativa                          | 3860 $Sm^3/h$ |
| Presión de trabajo de la ERM                 | 7 bar         |
| Presión de trabajo de los equipos de GNC     | 250 bar       |
| Presión de descarga a estación de suministro | 200 bar       |

**Descripción del funcionamiento del Sistema**

El gas natural será entregado por la empresa distribuidora mediante una ERM, el GN será tomado desde un gasoducto, pasará por la ERM y luego será enviado hasta los Compresores alojados en un recinto de compresión.

El envío desde el gasoducto hasta los Compresores se hará por medio de tubería hecha de acero al carbón de 4” de diámetro, este primer tramo, desde la salida de la ERM y hasta la entrada de los Compresores, será el tramo que se considerará como el “Sistema de Tubería de Baja Presión”.

Después de que el GN salga de la ERM pasará directamente a los compresores y posteriormente cuando el GNC salga de los Compresores pasará por el Panel de Prioridad (C) y desde ahí se dirigirá hacia la Cascada (D) para almacenarlo, hacia el poste de carga (E) o a la estación de suministro (F); la gestión del envío hacia la Cascada, el poste de carga o a la estación dependerá de las condiciones operativas en el momento de la compresión del GN.

Para el envío del GNC desde el Panel de Prioridad (C) hasta el poste de carga (E) y la estación de suministro (F) se utilizará tubería de acero inoxidable AISI 316 (1” de diámetro), este segundo tramo de acero inoxidable es el tramo que se considerará como el “Sistema de Tubería de Alta Presión”.

La ERM (A) contará con un by-pass que permitirá el aislamiento de los equipos de Filtración, Regulación y Medición, para poder realizar los mantenimientos necesarios a cualquiera de los sistemas, sin tener que interrumpir la operación de la terminal de carga.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

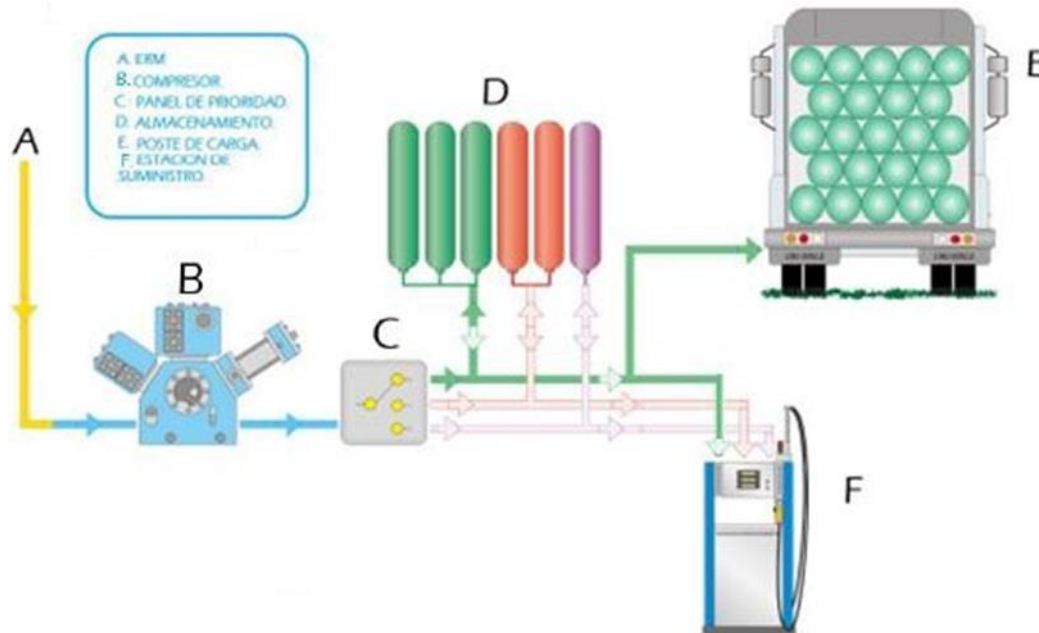


Figura 2. Esquema de la Estación de Suministro y Terminal de Carga.

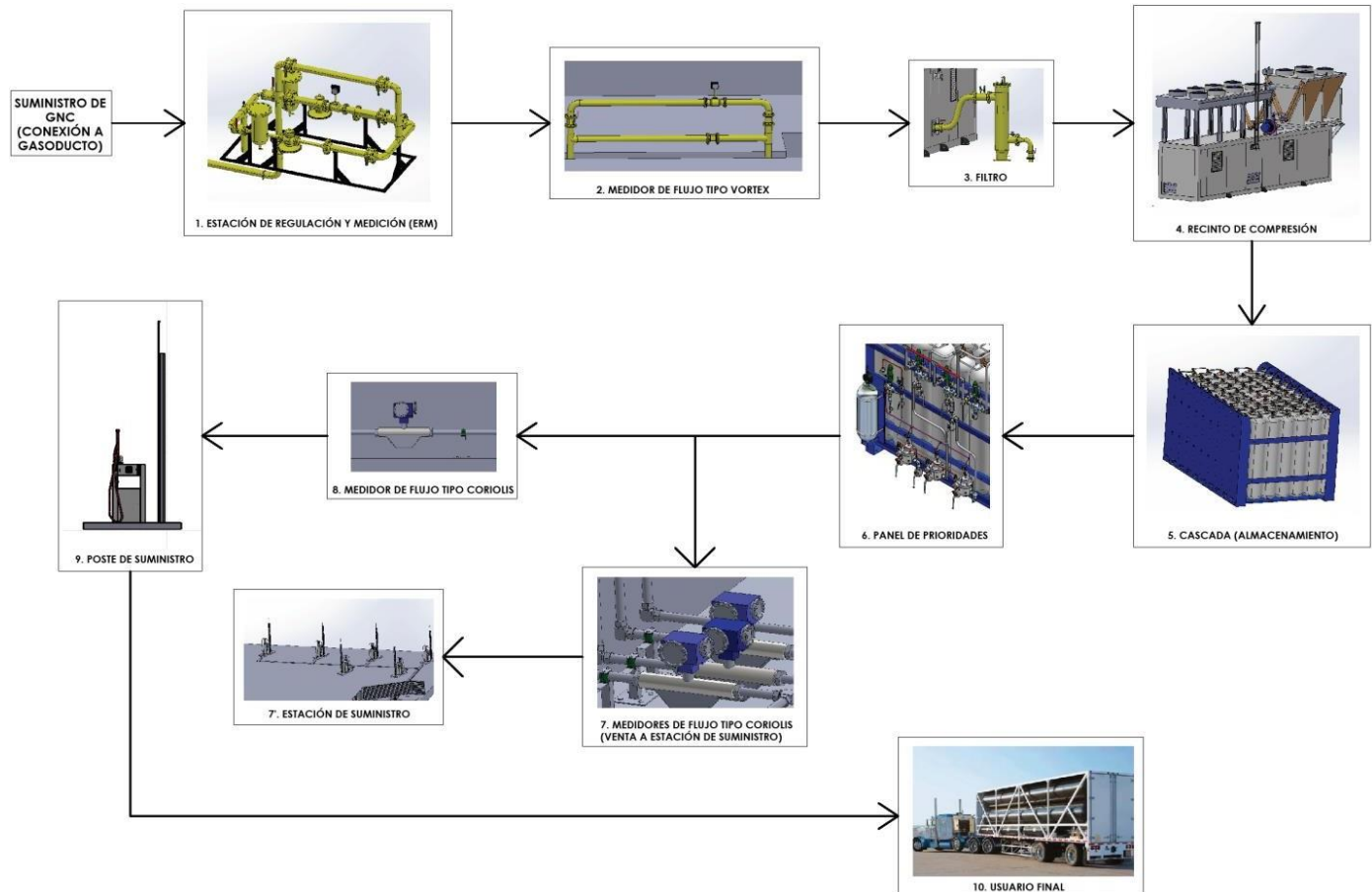


Figura 3. Diagrama de proceso

### Estación de Regulación y Medición (ERM)

#### Filtración

La función del sistema de filtración será principalmente la protección contra el polvo, partículas sólidas y humedad, que de estar presentes en el GN afectarían la operación de los diferentes dispositivos: Reguladores de presión, Medidores de flujo, Compresores y demás equipos auxiliares del sistema de Compresión, Almacenamiento y Suministro de GNC.

#### Regulación

La presión y el flujo del ducto siempre serán más altos que la presión y el flujo de operación de los Compresores, por lo tanto, la Regulación será el segundo proceso llevado a cabo en la ERM y se realizará con uno o más Reguladores de Presión, los cuales disminuirán la presión del gas hasta los valores de operación requeridos por los Compresores, garantizando de esta manera el correcto funcionamiento de todo el sistema de compresión.

#### Medición

El Caudal será (después de la Presión) el segundo valor más importante a monitorear dentro del Sistema de compresión, por lo tanto, con un medidor de flujo se cuantificará el GN que se estará

tomando del gasoducto, con la finalidad de poder realizar un balance de gasto entre el GNC que se está vendiendo y el GN que se está comprando.

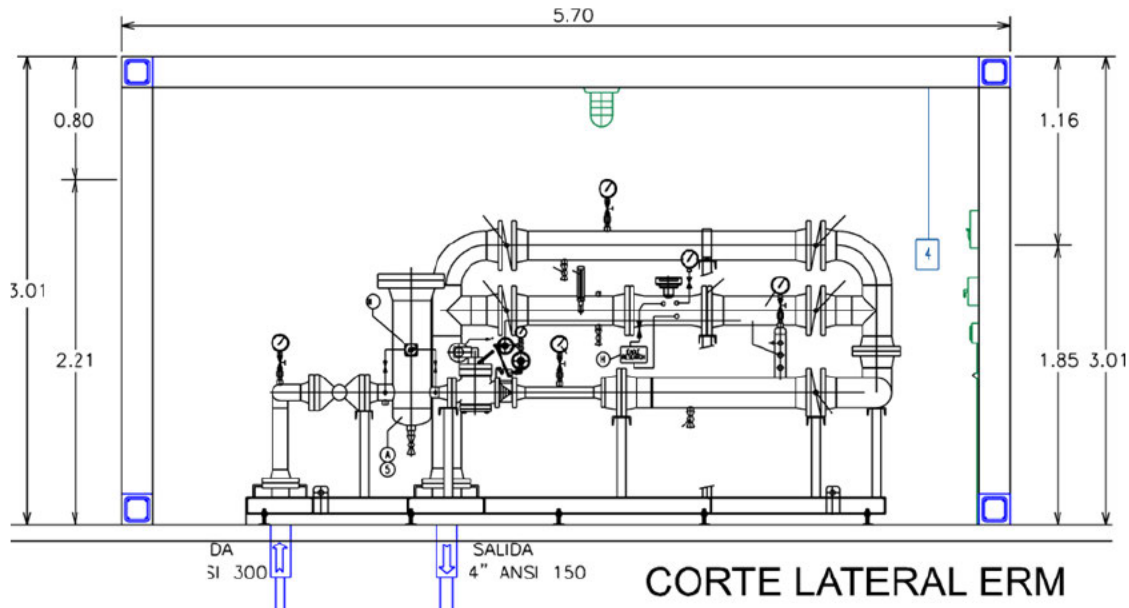


Figura 4. Estación de Regulación y Medición (ERM)

### Capacidad de la ERM

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Flujo                | 3860 Sm <sup>3</sup> /h |
| Presión de Operación | 7 bar                   |
| Presión de entrada   | 21 bar                  |
| Presión de diseño    | 25 bar                  |

### Medidor de flujo másico tipo Vortex de entrada.

La medición será redundante, el proveedor de suministro de GN medirá la salida de la ERM y el cliente a la entrada de los recintos de compresión, para comprobar el volumen suministrado. El medidor dentro del recinto de compresión es de tipo vortex para la presión y el flujo volumétrico requerido

| Endress & Hauser | Modelo            | Proline r200/7R2C vórtice                                                                                                         |
|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Tipos de Medición | <ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen (m3)</li> <li>Masa (kg)</li> <li>Temperatura (°C)</li> <li>Presión bar)</li> </ul> |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

|                                                                                   |                      |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Error máximo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo Volumétrico= <math>\pm 1.00\%</math></li> <li>Flujo masico= <math>\pm 1.5\%</math></li> </ul> |
|                                                                                   | Rango de medición    | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.52 a 7300 m<sup>3</sup>/h</li> </ul>                                                              |
|                                                                                   | Parámetros Flujo     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mínima: 4.4 bar</li> <li>Trabajo 7 bar</li> <li>Máxima: 51.1 bar</li> </ul>                         |
|                                                                                   | Rango de Temperatura | <ul style="list-style-type: none"> <li>-40 a 85 °C</li> </ul>                                                                              |
|                                                                                   | Diámetro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>4" (pulgadas)</li> </ul>                                                                            |
|                                                                                   | Áreas peligrosas     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ATEX, IECEX, cCSAus, JPN, EAC</li> </ul>                                                            |

### Compresores de gas natural

Al salir de la ERM el GN se llevará hasta los Compresores.

#### UNIDAD COMPRESOR



**MODELO: SW185F7-EM**  
 N° CILINDROS: 3 TIPO: NON LUBRICADO  
 N° DE ETAPAS DE COMPRESION 4  
 CARRERA: 95  
 LÍNEA DE DESCARGA: 1  
 RPM: 1200  
 IMPULSADO POR: MOTOR ELECTRICO "ZONA 2"  
 SISTEMA DE DESCARGA: PURGA/BLOW DOWN  
 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: AGUA

*imagen indicativa*

#### UNIDAD COMPRESOR



**MODELO: SW400F7-EM**  
 N° CILINDROS: 3 TIPO: NON LUBRICADO  
 N° DE ETAPAS DE COMPRESION 4  
 CARRERA: 110  
 LÍNEA DE DESCARGA: 1  
 RPM: 1200  
 IMPULSADO POR: MOTOR ELECTRICO "ZONA 2"  
 SISTEMA DE DESCARGA: PURGA/BLOW DOWN  
 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: AGUA

*imagen indicativa*

| Cantidad | Presión de diseño | Marca | Modelo     | Capacidad de flujo (*)  | Presión de succión | Temperatura de trabajo | Presión de trabajo | Presión de descarga | Presión Máxima de descarga |
|----------|-------------------|-------|------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| 1        | 275 bar           | SAFE  | SW185F7-EM | 1250 Sm <sup>3</sup> /h | 7 bar g            | -10°C +50°C            | 200 bar            | 250 bar g           | 250 bar g                  |
| 1        | 275 bar           | SAFE  | SW400F7-EM | 2610 Sm <sup>3</sup> /h | 7 bar g            | -10°C +50°C            | 200 bar            | 250 bar g           | 250 bar g                  |

Los Compresores serán máquinas de desplazamiento positivo del tipo reciprocante, es decir, compresores mecánicos, cada uno con cuatro (4) etapas de compresión, las cuales irán incrementando de forma gradual la presión del GN, desde los 7 bar hasta los 250 bar necesarios para poder llevar a cabo el suministro del GNC.

Los compresores contarán con un intercambiador de Calor en la salida de cada una de las etapas de compresión, los cuales disminuirán la temperatura del GNC antes de que este pase a la siguiente

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 17 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

etapa de compresión y con un intercambiador de Calor en el circuito de lubricación para el enfriamiento del aceite.

De igual manera, contarán con Válvulas de Seguridad (relevo de presión) a la salida de cada etapa, como medida de seguridad, para liberar el GNC de las líneas, en caso de que la presión en las descargas sobrepase su valor de operación normal.

Otras características:

- Sensor de detección de gas (mezclas explosivas).
- Botón de paro de emergencia.
- Alarma acústico-luminosa.
- Panel de prioridad.
- Motor eléctrico RPM 1200, potencia absorbida 185Kw y 400Kw respectivamente.
- Los compresores estarán colocados en configuración twin dentro de un recinto.

### **Filtro de gas natural**

Se contará con un filtro de partículas previo a la entrada del recinto de compresión.

|                                                                                    |                                                                                     |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| FICHA TÉCNICA                                                                      |                                                                                     |             |
|  | FILTRO DE GAS                                                                       |             |
|                                                                                    |  |             |
|                                                                                    | GRADO DE FILTRACIÓN                                                                 | 0.01 MICRON |
|                                                                                    | PRESIÓN MÁXIMA                                                                      | 18 bar      |
|                                                                                    | TEMPERATURA DE TRABAJO                                                              | -10°C+60°C  |
|                                                                                    | VÁLVULA DE SEGURIDAD                                                                | SI          |
|                                                                                    | VENTEO                                                                              | SI          |
|                                                                                    | TIPO DE BRIDA                                                                       | 4" CL150    |

### **Panel de prioridad con regulación de presión.**

Después de la compresión, el GNC pasará por el Panel de Prioridades.

El panel de Prioridades consta de una serie de Válvulas controladas por actuadores neumáticos, estas válvulas gestionaran el envío del GNC hacia la Cascada (para su almacenamiento), hacia la estación de suministro o hacia el poste de carga. El envío estará en función de las condiciones de Presión y Caudal presentes en la demanda.

El direccionamiento del GNC se hará prioritariamente de la siguiente manera:

- 1.El llenado del Banco de Alta
- 2.El llenado del Banco de Media
- 3.El llenado del Banco de Baja
- 4.El llenado del Poste de Carga

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOCAN SA DE CV”

Cuando el Panel de Prioridades dirija el GNC hacia la estación de suministro, este pasará por un Sistema de Regulación que disminuirá la presión desde los 250 bar (presión de operación) hasta los 200 bar (presión de suministro).

De igual manera, se contará con Válvulas de Seguridad (relevo de presión) en cada una de las líneas (Baja, Media y Alta), como medida de seguridad, para liberar el GNC, en caso de que la presión sobrepase su valor de operación normal.

### Cascada de almacenamiento con tanques de recirculación

El uso de almacenamiento o cascada incrementará la capacidad de carga durante las horas pico de operación, al mantener un volumen extra de GNC almacenado. Además, el volumen extra de GNC almacenado permitirá disminuir el tiempo de trabajo de los Compresores durante la operación con baja demanda.



La instalación de un almacenamiento aumentará el poder de venta en las horas pico al acumular el gas comprimido.

**TYPO: STANDARD**  
**CAPACIDAD: 5600 L**  
**SECTORES: 3+ PURGA / BLOW DOWN**  
**N° DE CILINDROS: 70**  
**MAX PRESIÓN DE LLENADO: 250 bar g**  
**DESCARGA DE DRENADO DE LÍQUIDOS: SÍ**  
**DIÁMETRO DN 273mm**  
**ALTURA NOMINAL 1770mm**

imagen indicativa

Figura 5. Almacenamiento

| Cantidad:<br>*70 cilindros<br>80 litros c/u<br>20 m3 c/u | Presión<br>de<br>Prueba | Presión<br>Máxima<br>De<br>Trabajo | Marca | Material<br>de<br>cilindros | Temperatura<br>de<br>trabajo | Presión<br>de<br>trabajo |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 5600 litros agua                                         | 413 bar                 | 275 bar g                          | SAFE  | Acero (34Cro4)              | -10°C+80°C                   | 250 bar                  |

La cascada estará dividida en cuatro secciones:

Banco de alta

Sección del Almacenamiento (cascada) de menor tamaño (menor número de cilindros) donde se almacenará el GNC, recibirá el nombre asignado de Banco de Alta haciendo referencia a que esta sección del Almacenamiento será la que tendrá la mayor prioridad en el llenado.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 19 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

#### Banco de Media

Sección de almacenamiento (Cascada) de tamaño medio (menor número de cilindros que en el Banco de Baja, pero mayor número que en el Banco de Alta) donde se almacenará el GNC, tendrá como nombre asignado Banco de Media, hace referencia a que esta sección del Almacenamiento será la que tendrá la prioridad media en el llenado, es decir, se llenará hasta que el Banco de Alta haya sido llenado en su totalidad.

#### Banco de baja

Sección del Almacenamiento (Cascada) de mayor tamaño (mayor número de cilindros) donde se almacenará el GNC, recibirá el nombre de Banco de Baja, como referencia a que esta sección del almacenamiento será la que tendrá la menor prioridad en el llenado, es decir, por ser la sección de mayor tamaño se llenará hasta que el Banco de Alta como el Banco de Media hayan sido llenados.

#### Recirculación

Sección del almacenamiento necesaria para la recirculación del GNC durante la operación de los compresores en modo vacío, es decir, la que se utilizará para el almacenamiento y la recirculación del GNC cuando el Compresor esté funcionando, pero no esté comprimiendo.

Cuando los compresores arranquen o justamente cuando el motor eléctrico se encienda, cada compresor comenzará a trabajar en modo vacío, es decir, los compresores estarán funcionando, pero, no estarán comprimiendo, debido a que en este modo de operación las válvulas de succión y descarga principales se encontrarán cerradas, por tal razón y para evitar un exceso de presión en la descarga de los compresores, se instalará el sistema de Purga/Blow Down el cual funcionará como un sistema de succión y descarga auxiliar.

De tal forma que, durante la operación en modo vacío, las válvulas de succión y descarga del sistema Recirculación se abrirán cuando las válvulas principales de succión y descarga se cierren, esto pasará siempre durante los primeros minutos de operación (al encenderse el motor eléctrico de cada compresor) y durante los últimos minutos de operación de los compresores (una vez que los bancos se encuentren llenos y que tengan que apagarse)

#### Otras características:

- Presión máxima de trabajo 275 bar g.
- Instalación vertical.
- No tendrán líquidos inflamables o combustibles cercanos al almacenamiento y tendrá una plataforma de material incombustible de 20cm sobre el nivel del piso

#### **Poste de suministro**

El poste de suministro tiene como función suministrar el gas natural comprimido a los módulos de almacenamiento móvil (semirremolques). Su funcionamiento es únicamente mecánico y contará con un medidor de flujo másico tipo Coriolis para registrar el gas natural suministrado.

**PUNTO DE LLENADO DE ALTO FLUJO**

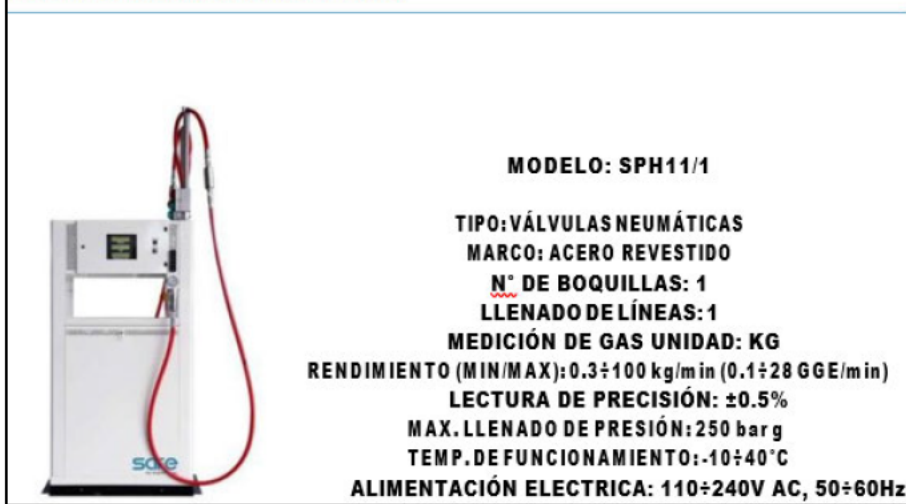


Figura 6. Poste de llenado de alto flujo

Otras características:

- Boquilla tipo Hansen.
- Válvula Breakaway de alto flujo.
- Diámetro de manguera 3/4"
- Línea de Venteo
- Medidor de flujo masico tipo Coriolis.

La medición se llevará a cabo por medio de dos medidores de flujo másico tipo Coriolis de forma redundante, uno se localizará antes del poste de suministro y el otro dentro del mismo. Así mismo se instalará un sistema de medición de flujo másico para la entrada a Blog la Estación de Suministro de gas natural (surtidores); que se llevará a cabo con un actuador de flujo másico tipo Coriolis por cada línea de tubería de alta presión (tres medidores).

| Endress + Hauser | Modelo            | CNGmass Modbus RS485                                                                                                                                      |
|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Tipos de Medición | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo (kg/h, m³/h)</li> <li>• Densidad (g/cm³, g/cc, Kg/l, Kg/m³)</li> <li>• Temperatura (°C, K o °F)</li> </ul> |
|                  | Error máximo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ± 0.5%</li> </ul>                                                                                                |
|                  | Rangode medición  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 150 Kg/min</li> </ul>                                                                                        |
|                  | Presión máxima    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 350 bar</li> </ul>                                                                                               |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 21 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

|                                                                                   |                      |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
|  | Rango de temperatura | <ul style="list-style-type: none"> <li>-50°C a 125°C</li> </ul> |
|                                                                                   | Diámetro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>1" (pulgadas)</li> </ul> |

El sistema de medición tendrá un video-registrador para monitorear el suministro de gas natural comprimido a la estación de suministro, el cual contará con transferencia de custodia y el acceso a este solo será por personal autorizado.

### **Surtidores de GNC/GNV**

Los Surtidores marca SAFE serán los equipos que suministrarán el GNC a los vehículos, el flujo de GNC será dirigido por una serie de válvulas controladas también por actuadores neumáticos.

En cada Surtidor marca SAFE el llenado de los vehículos será realizado de la siguiente manera:

Fase 1: El GNC será transportado desde el Banco de Baja hacia los Surtidores a través de la Línea de Baja comenzando así a llenar el vehículo.

Fase 2: Cuando la presión del gas en el Banco de Baja se iguale con la presión del vehículo, la carga continuará utilizando el Banco de Media a través de la Línea de Media. Cuando la presión del gas en el Banco de Media se iguale con la presión del vehículo, el reabastecimiento se completará utilizando el Banco de Alta a través de la Línea de Alta o directamente desde los Compresores (Terminal de Carga) a través de la Línea Directa.

Otras características:

- Boquilla tipo izquierdo: 3-vías Y NGV1 STAUBLI CMV08
- Boquilla tipo derecha: NGV2 SELFS OPW CT5000
- Medidor de flujo: Medidor de Flujo másico tipo Coriolis GNC 50 marca Micromotion.
- Diámetro de las mangueras de llenado 1/4"
- Diámetro de las mangueras de venteo 1/4"

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**


**MODELO: ESPH22/3**
**TIPO: VÁLVULAS NEUMÁTICAS**
**MARCO: ACERO REVESTIDO**
**Nº DE BOQUILLA: 2**
**BOQUILLA TIPO IZQUIERDO: 3-VIAS Y NGV1 STAUBLI CMV08**
**BOQUILLA TIPO DERECHA: NGV2 SELFS OPW CT5000**
**LLENADO DE LÍNEAS: 3**
**MEDICIÓN DE GAS UNIDAD: KG**
**MASS FLOW METER MODELO: GNC 50**
**RENDIMIENTO (MIN/MAX): 0.3÷100 KG/MIN (0.1÷28 GGE/min)**
**LECTURA DE PRECISIÓN: ±0.5%**
**MAX. LLENADO DE PRESIÓN: 250 bar g**
**TEMP. DE FUNCIONAMIENTO: -10 ÷ 40°C**
**ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA: 110 ÷ 240 V AC, 50 ÷ 60Hz**

Figura 7. Surtidor

| Cantidad | Marca | Modelo   | Presión De diseño | Presión De trabajo | Presión Máxima de descarga | Número de mangueras | Capacidad De flujo $m^3/h$ | Capacidad de Flujo kg/h | Temperatura De trabajo |
|----------|-------|----------|-------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| 6        | SAFE  | ESPH22/3 | 275 bar           | 200 bar            | 250 bar                    | 2(3.2m)             | 27-3900 $m^3/h$            | 0.3-40 kg/h             | -10°C<br>+40°C         |

#### Medidores de flujo másico de salida tipo Coriolis

| Cantidad medidores | Marca       | Modelo | Medición | Presión De trabajo | Presión Máxima de descarga | Capacidad d de flujo $Nm^3/h$ | Capacidad De flujo Kg/min | Temperatura de trabajo | Áreas clasificadas            |
|--------------------|-------------|--------|----------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 12                 | Micromotion | GNC 50 | $Kg/m^3$ | 1-200 bar          | 345 bar                    | 68-7750 $Nm^3/h$              | 1-100 kg/min              | -40°C<br>+60°C         | ATEX, IECEX, cCSAus, JPN, EAC |

### Sistema de tuberías de baja y alta presión

#### Tubería de baja presión

La tubería de baja presión tendrá un diámetro nominal de 4" de acero al carbono cédula 40 sin costura de 47 m de aproximada para el ramal principal el cual irá colocado dentro de una trinchera desde la salida de la ERM hasta la llegada a los compresores y se utilizará una manguera metálica para la conexión entre la tubería y los compresores para minimizar la transferencia de vibraciones entres estos elementos.

Se contará con un registro a la salida de la ERM en el cual se alojará una válvula manual para el corte del suministro de gas hacia los compresores, al igual se contará con un sistema de venteo de la tubería de baja presión, que será operada de manera manual desde el interior del recinto.

Toda la tubería de acero al carbono estará alojada dentro de una trinchera (excepto el by-pass) y se encontrará debidamente soportada, pintada en color amarillo y señalizada de acuerdo con la norma en materia vigente aplicable.

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 23 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

Las válvulas, empaques de válvulas y material de empaque serán los adecuados para soportar el gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales estarán sujetas bajo condiciones de operación.

No se contará con conexiones roscadas y todas las uniones por soldadura en tuberías de acero al carbono estarán radiografiadas en toda su longitud o se aplicará cualquier prueba no destructiva (PND) permitida por la norma aplicable por un laboratorio acreditado. La soldadura será realizada por un soldador calificado utilizando procedimientos calificados así mismo se realizará la prueba de hermeticidad de acuerdo con lo establecido en la norma NOM-003-SECRE vigente.

### **Tubería de alta presión**

El sistema de Tubería de Alta Presión utilizará tubería de acero inoxidable tipo 316 de 1” de diámetro calibre 12 para la presión de 25Mpa (250bar), con una presión de ruptura mayor o igual a 100Mpa (1000bar), que comprenden las líneas de descarga del sistema de compresión a la cascada, poste de suministro y a surtidores, con espesor de pared específico para cada diámetro, de acuerdo con los resultados que arrojen los cálculos.

Los accesorios para utilizar son del mismo material, estos accesorios son codos, tee's, válvulas, conectores, etc. en donde se requieran. Toda la tubería de alta estará alojada dentro de trincheras de concreto y protegida con rejillas tipo “Irving” para evitar cualquier daño mecánico.

Para los cambios de dirección se doblará la tubería en donde el espacio lo permita, debiendo tener un radio mínimo de 4 veces el diámetro del tubo o un diámetro de doblez mínimo de 76mm y deben realizarse con herramienta adecuada.

Esta tubería se colocará en trincheras de concreto bajo nivel de piso terminado y montada sobre soportes de acero y abrazaderas con polímero.

Todas las mangueras de alta presión deben soportar por lo menos 2.25 veces la presión de suministro, no deben tener empates intermedios y deberán contar con un certificado del fabricante.

Cada línea de gas de 200 bar cuenta con válvulas de exceso de flujo, las cuales cortan totalmente el flujo del gas hacia los surtidores en caso de que no se cuente con ninguna oposición al flujo, es decir, en caso de alguna ruptura, además de contar con válvulas check (de retención de flujo) para evitar el retorno del gas de los recipientes de la cascada al compresor. Estas válvulas son instaladas al principio del recorrido de la tubería entre la cascada y surtidores.

También se instalará una válvula de corte en cada banco de almacenamiento, lo más cerca posible a éstos. Esta válvula estará después de la válvula check de la línea de llenado.

La tubería de acero inoxidable es totalmente roscada con conexiones OD o NPT, según se requiera, no se utiliza soldadura, ni bridas en las trayectorias de estas tuberías.

Accesorios de alta presión a utilizar en los diámetros requeridos:

- Tee
- Unión cruz.
- Conectores rectos.
- Reducciones.
- Válvulas de bola.
- Válvulas check.
- Válvulas de exceso de flujo.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

- Manómetros de 0-5000 psi conexión inferior.
- Codos de 90° y 45

Todos los materiales deberán cumplir satisfactoriamente con normas ANSI/AGA NGV3.1-1995, CGA NGV 12.3-M95, (Fuel system components for compressed natural gas powered vehicles).

### Instalación de las tuberías de alta presión

La tubería de alta presión después de la descarga del compresor tendrá una presión de ruptura igual o mayor a 2.25 veces la presión de operación.

Para la conducción de GNC se utilizarán tubos de acero sin costura de diámetro hasta DN 50 (NPS 2) con accesorios roscados para acero inoxidable (tubing), que cumplan con las Normas Aplicables de diseño y fabricación para el tipo y características del tubo.

Longitudes aproximadas:

Tubería 1": 39m

Tubería ½ ": 30m

Espesores y presiones de trabajo para tubing de acero inoxidable



#### PRESION DE TRABAJO DEL TUBING DE ACERO INOXIDABLE:

Tubo de acero inoxidable 304 o 316, recocido ASTM A213 / A269. Basadas en una resistencia de rotura a tracción de 5167 bar (72,000 psi). Para temperaturas del metal desde -30°C a 40°C (-20°F a 100°F). Carga de presiones de trabajo admisibles calculadas a partir de valores S de 1378bar (20,000 psi) de acuerdo a código ANSI B31.3.

| OD    | Calibres de la pared del Tubing ( BWG / pulg) |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |        |
|-------|-----------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Pulg. | 31<br>0.010"                                  | 30<br>0.012" | 28<br>0.014" | 27<br>0.016" | 25<br>0.020" | 22<br>0.028" | 20<br>0.035" | 18<br>0.049" | 16<br>0.065" | 14<br>0.083" | 13<br>0.095" | 12<br>0.109" | 11<br>0.120" | 10<br>0.134" | 0.156" |
| 1/16  | 5600                                          | 6,800        | 8,100        | 9,400        | 12,000       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |        |
| 1/8   |                                               |              |              |              |              | 8,500        | 10,900       |              |              |              |              |              |              |              |        |
| 3/16  |                                               |              |              |              |              | 5,400        | 7,000        | 10,200       |              |              |              |              |              |              |        |
| 1/4   |                                               |              |              |              |              | 4,000        | 5,100        | 7,500        | 10,200       |              |              |              |              |              |        |
| 5/16  |                                               |              |              |              |              |              | 4,000        | 5,800        | 8,000        |              |              |              |              |              |        |
| 3/8   |                                               |              |              |              |              |              | 3,300        | 4,800        | 6,500        |              |              |              |              |              |        |
| 1/2   |                                               |              |              |              |              |              | 2,600        | 3,700        | 5,100        | 6,700        |              |              |              |              |        |
| 5/8   |                                               |              |              |              |              |              |              | 2,900        | 4,000        | 5,200        | 6,000        |              |              |              |        |
| 3/4   |                                               |              |              |              |              |              |              | 2,400        | 3,300        | 4,200        | 4,900        | 5,800        |              |              |        |
| 7/8   |                                               |              |              |              |              |              |              | 2,000        | 2,800        | 3,600        | 4,200        | 4,900        | 5,800        |              |        |
| 1     |                                               |              |              |              |              |              |              |              | 2,400        | 3,100        | 3,600        | 4,200        | 4,800        |              |        |
| 1-1/4 |                                               |              |              |              |              |              |              |              |              | 2,400        | 2,800        | 3,300        | 3,600        | 4,100        | 4,900  |
| 1-1/2 |                                               |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 2,300        | 2,700        | 3,000        | 3,400        | 4,000  |
| 2     |                                               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 2,000        | 2,200        | 2,500        | 2,900  |

Para Tubo sin soldadura Presión de trabajo (psig)  
Nota:  
Para servicio de gas, use tubo cuya presión de trabajo este fuera del área sombreada

### Sistemas auxiliares

Además de los equipos antes descritos, el Sistema de compresión, almacenamiento y suministro de GNC necesitará de algunos otros equipos auxiliares más, para poder realizar su funcionamiento de manera correcta.

## Sistema de enfriamiento (Coolers)



*imagen indicativa*

La refrigeración de aceite y gas de lubricación se consigue por medio del agua por la bomba eléctrica que alimenta los intercambiadores de calor de gas-agua instalados sobre el patín del compresor. El agua es enfriada por un radiador externo

**TIPO: CIRCUITO CERRADO**  
**VERSIÓN: MOTORES ELECTRICOS CON “EX ZONA 2” PARA**  
**ZONA CLASIFICADA**  
**LUGAR DE INSTALACIÓN: EN PLANTA**  
**DESCARGUE DE GAS: 10°C SOBRE LA TEMPERATURA**  
**AMBIENTE**  
**N° VENTILADORES: 8X800 mm**  
**DIMENSIONES: 6840x2470x2480**

Figura 8. Sistema de enfriamiento agua-aire

El refrigerante que saldrá de los Coolers será impulsado por una bomba a través de un sistema cerrado de tubería que recirculará desde los Coolers hasta los intercambiadores de Calor instalados en cada Compresor.

## Panel eléctrico y de control

En el panel Eléctrico se encontrará la mayor parte de los componentes eléctricos y electrónicos para el control y protección de la potencia.



*imagen indicativa*

El panel eléctrico de control realiza el control y las funciones de control de funcionamiento de la unidad de compresión.

**VERSIÓN: NORMA PARA ZONA SEGURA**  
**LUGAR DE INSTALACIÓN: SALA DE CONTENEDOR DEDICADA**  
**GESTIÓN DE AUXILIAR: PANEL ELÉCTRICO PRINCIPAL**  
**MANDO A DISTANCIA: SI ATRAVÉS DE STARBOX**

STARBOX, instalado en el panel de control, es un sistema SCADA con panel táctil y conexión Ethernet. Mediante el uso de un navegador de PC/Tablet/teléfono inteligente que es posible controlar y gestionar todos los parámetros.

NOTA: Los cables de alimentación al panel deberán ser de 3 fases más neutro

**Máxima corriente de cortocircuito 10kA**

Figura 9. Panel eléctrico y de control

En el panel también estará la pantalla desde la cual se podrán realizar los ajustes pertinentes de los principales parámetros operativos del sistema completo de compresión y almacenamiento de GNC y desde donde se podrán visualizar los principales parámetros operativos, así como las alarmas y los tiempos de funcionamiento de los equipos.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

### Potencia eléctrica instalada

| Equipo                          | Componentes principales    | Cantidad | Potencia instalada (KW) | Potencia instalada total (kW) |
|---------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
| Compresor SW400F7-EM            | • Motor principal          | 1        | 400.00                  | 400.00                        |
|                                 | • Bomba de aceite          | 1        | 2.20                    | 2.20                          |
|                                 | • Calentador eléctrico     | 1        | 0.32                    | 0.32                          |
| Compresor SW185F7-EM            | • Motor principal          | 1        | 185.00                  | 185.00                        |
|                                 | • Bomba de aceite          | 1        | 2.20                    | 2.20                          |
|                                 | • Calentador eléctrico     | 1        | 0.32                    | 0.32                          |
| Recinto acústico anti-explosión | • Panel eléctrico          | 1        | 1.00                    | 1.00                          |
|                                 | • Sistema de refrigeración | 1        | 21.60                   | 21.60                         |
|                                 | • Otros                    | 1        | 0.10                    | 0.10                          |
|                                 | • Iluminación              | 1        | 0.50                    | 0.50                          |
|                                 | • Extractor de aire        | 1        | 0.55                    | 0.55                          |
|                                 | • Compresor de aire        | 1        | 1.50                    | 1.50                          |
|                                 | • Otros                    | 1        | 0.20                    | 0.20                          |
|                                 |                            |          | <b>Total (kW)</b>       | <b>615.49</b>                 |

### Caseta anti explosión

Las casetas acústicas anti-explosión serán dos contenedores que protegerán a los equipos de la intemperie y aislarán el ruido producido por los equipos en su interior, además servirá como anclaje para el Sistema de compresión.



Figura 10. Recinto

### Certificaciones:

- 2014/34/UE ATEX (Potentially explosive atmospheres) [Grupo II – Categoría 3G].
- 2006/42/CE MSD
- 201430/UE EMC (Electro-magnetic compatibility).
- 2014/68/UE PED (Pressure equipment).

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 27 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

- EN60204-1 (Safety of machinery – Electric equipment of machinery).
- EN1012 – 1 (Compressors and vacuum pums – safety requirements – compressors).
- EN60079-0 (Electrical apparatus for potentially explosive atmosphere – general requirements).
- EN60079-1 (Electrical apparatus for potentially explosive atmosphere – Flameproof enclosure).
- EN60079-7 (Electrical apparatus for potentially explosive atmosphere – Increased safety “e”).
- EN60079-11 (Electrical apparatus for potentially explosive atmosphere – Intrinsic safety “i”).

### Compresor de aire

Todo el control del gas en el sistema de compresión, almacenamiento y suministro de GNC se hará mediante válvulas que serán activadas mediante actuadores neumáticos, para ello será necesario instalar un sistema externo de compresión de Aire.



## GX 2-7 EP

### COMPACT AND EFFICIENT

- Compared to piston compressors, the GX offers reduced energy consumption and high efficiency.
- The rotary screw technology minimizes vibrations for silent operation at the lowest initial investment.
- The standard start/stop control on the GX 2-5 EP ensures the compressor only consumes power when compressed air is needed. The GX 7 EP is equipped with energy efficient load/no load control.

Figura 11. Compresor de aire

Debido a la alta demanda en cuanto a presión y flujo de operación de los actuadores utilizados en la instalación, lo más conveniente será la instalación de un compresor de aire de tipo tornillo con secador de aire para evitar humedad, los compresores de Tornillo de la marca Atlas Copco han resultado ser los más seguros.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 28 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

### Resumen de tuberías y cálculo de gas

|             | Tubería AI 1"           | Tubería AI ½ "           |
|-------------|-------------------------|--------------------------|
| Volumen     | 0.076731 m <sup>3</sup> | 0.0026827 m <sup>3</sup> |
| Longitud    | 208.7 m                 | 8.5 m                    |
| Presión     | 250 bar                 | 250 bar                  |
| Temperatura | 21.2 °C                 | 21.2 °C                  |
| Masa        | 12.46 kg                | 0.265 kg                 |

**Masa total de gas natural en (ES) 12.725 kg**

|             | Tubería AI 1"           | Tubería AI ½ "           | Cascada de almacenamiento<br>(70 cilindros) | Tubería AC 4"         | ERM     |
|-------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|---------|
| Volumen     | 0.012081 m <sup>3</sup> | 0.0016943 m <sup>3</sup> | 0.08 m <sup>3</sup>                         | 0.2207 m <sup>3</sup> |         |
| Longitud    | 39 m                    | 30 m                     | NA                                          | 47 m                  |         |
| Presión     | 250 bar                 | 250 bar                  | 250 bar                                     | 7 bar                 | 7 bar   |
| Temperatura | 21.2 °C                 | 21.2 °C                  | 21.2 °C                                     | 21.2 °C               | 22.6 °C |
| Masa        | 2.33 kg                 | 0.32 kg                  | 1074.5 kg                                   | 0.98 kg               | 0.98 kg |

**Masa total de gas natural (TC) 1079.11 kg**

La Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. de C.V. cumplirá en todo momento con la NOM-010-ASEA-2016.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

En el **Anexo VI** se encuentra la Memoria Técnica Descriptiva y Justificativa del Sistema Contra Incendio de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.

### ACCESOS DEL PROYECTO

El acceso principal a la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.” es mediante la Avenida Vallarta Eje Poniente Carretera Guadalajara – Tepic en el municipio de Zapopan, en el Estado de Jalisco.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 29 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## VINCULACIÓN CON PLANES DE DESARROLLO URBANO

### Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2024 Visión 2030

El PEGD Jalisco 2018-2024, visión 2030 “contiene las voces de más de 12 mil personas de los 125 municipios de Jalisco que participaron en foros y talleres para construir una propuesta y que han sumado la visión del Jalisco al que todos aspiramos. No es un plan creado detrás de un escritorio o construido a partir de la frialdad de las cifras, es un documento rico y lleno de opiniones diversas que nos permitirán construir un mejor estado para todas las personas, porque la Refundación empieza cuando se consulta y se decide en conjunto con la ciudadanía”.

Este plan estatal está integrado por los objetivos, metas e indicadores que coadyuvarán al desarrollo integral del estado, sus regiones y sectores a corto, mediano y largo plazo. Por mandato normativo establece proyectos estratégicos y prioridades derivadas de los insumos provenientes del análisis de gabinete y de las opiniones de los ciudadanos.

Dentro del Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2024 Visión 2030 se contemplan 6 ejes donde el Eje 6.4 Desarrollo Sostenible del territorio integra temas de medio ambiente y desarrollo territorial, transporte, infraestructura y obra pública, así como gestión integral del agua. Las acciones prioritarias que atender con importancia en este eje difieren un poco en cuanto a las que se identifican como con urgencia.

El proyecto en cuestión coadyuvará con el Eje General 6.4 Desarrollo Sostenible del territorio planteado en el presente Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2024 Visión 2030 de la siguiente manera:

| Objetivo de Gobernanza: Garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano, conservando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones y bajo los principios de equidad, derechos, justicia, cultura de la paz, e igualdad de oportunidades. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temática                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Objetivo temático narrativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vinculación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión del agua</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, a través de la gestión integral del recurso hídrico con visión de cuenca, que asegure un aprovechamiento sustentable y equitativo del agua superficial y subterránea, y permita la conservación de la biodiversidad y los procesos ecosistémicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante las etapas de Preparación del sitio y construcción, así como la etapa de Abandono del sitio se contratarán los servicios de una empresa especializada para suministrar el servicio de letrina portátil, por lo que dicha empresa será responsable del debido manejo y disposición de las aguas sanitarias generadas. Mientras que, para la etapa de operación, se contempla la instalación de sanitarios y oficinas como obras adicionales y/o de apoyo durante la operación del proyecto, por lo que se incorporará la infraestructura para el agua proveniente de estas para posteriormente ser canalizada a una Fosa Séptica, para su degradación por vía anaeróbica, la cual permitirá desinhibir los agentes contaminantes por debajo de los niveles mínimos</li> </ul> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 30 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>permisibles que marca la normatividad vigente, así mismo, cumpliendo con lo establecido en la NOM-006-CONAGUA-1997 “Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba”. Para el mantenimiento de esta fosa se contratará a una empresa autorizada y especializada para el manejo y disposición final de este tipo de residuos, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos.</p>                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructura para el Desarrollo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Renovar la infraestructura pública de Jalisco como detonador del desarrollo y la calidad de vida de los jaliscienses, a través de la implementación de criterios de accesibilidad, sostenibilidad y transparencia en proyectos como modernización de la red estatal carretera que permita la conectividad terrestre, la consolidación de la Red Metropolitana de Transporte Masivo y desarrollo de la infraestructura educativa, de salud y de habitabilidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo con la naturaleza del presente proyecto este objetivo no es de competencia.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo integral de movilidad</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Consolidar un modelo integral de movilidad que garantice el desplazamiento de personas con calidad, seguridad, accesibilidad, oportunidad y eficiencia, procurando un sistema integrado y multimodal, que considere la movilidad activa y un esquema de reducción de emisiones.</li> </ul>                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Con el desarrollo del proyecto se fomentará la conversión de unidades para que operen con gas natural y, así obtener mayores beneficios ambientales (menores emisiones), económicos (gas natural cuesta en promedio un 50% menos que la gasolina) y, en términos de seguridad (los vehículos que operan con gas natural son más seguros que los que operan con combustibles tradicionales tal como es el caso de la gasolina), logrando un ambiente sustentable y, sano para el desarrollo y bienestar de la vida humana.</li> </ul> |

Derivado de la vinculación anterior, se concluye que la implementación del proyecto coadyuva a cumplir con los objetivos planteados en el Eje General 6.4 Desarrollo Sostenible del territorio” del presente Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2024 Visión 2030, aunado a que promueve el uso de gas natural como combustible vehicular, lo que reduciría las emisiones contaminantes a la atmósfera.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 31 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## **Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco**

La Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco se expide con el objeto de definir las normas que permitan dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos en el Estado de Jalisco y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, conforme a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 y las fracciones V y VI del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Los artículos que se encuentran involucrados con el proyecto en cuestión son los siguientes:

**Artículo 109.** Todas las obras y actividades consideradas en los programas y planes de desarrollo urbano que se realicen en el territorio del Estado, deberán sujetarse a lo dispuesto en los mismos. Sin este requisito no deberá otorgarse autorización, licencia o permiso para efectuarlas; por lo tanto:

I. A partir de la fecha de publicación y vigencia de un programa o plan de desarrollo urbano, las autoridades municipales o estatales sólo deberán expedir los dictámenes y certificaciones de uso del suelo y las autorizaciones, licencias o permisos de obras de urbanización y edificación respecto de las áreas y predios que resulten afectados, si las solicitudes están de acuerdo con el mismo;

II. Los dictámenes, certificaciones, autorizaciones, licencias o permisos que se expidan contraviniendo esta disposición, serán nulos de pleno derecho, independientemente de las responsabilidades que les resulten a los servidores públicos que las expidan. Esta nulidad será declarada conforme el procedimiento que se indica en el artículo 415 de esta Ley; y

III. Las obras de urbanización y edificación que sean a cargo de las autoridades federales, estatales o municipales, se ejecutarán en los términos previstos en esta Ley, los programas y planes de desarrollo urbano y demás disposiciones específicas.

- ❖ El predio donde se pretende ubicar la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BorealGas Central Zapopan S.A. de C.V.” cuenta con un Dictamen de Trazo Usos y Destinos Específicos con número de expediente DTU-2021-0583 emitido por la Dirección de Ordenamiento del Territorio, PROCEDENTE a los usos: Industria Ligera y de Riesgo Bajo (I1), comercios y servicios regionales (CS-R); por lo que, el proyecto con la legislación vigente, solicitando y tramitando las autorizaciones y licencias correspondientes a nivel estatal.

## **Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano ZPN-9 “Base Aérea-EL BAJÍO”**

Los planes parciales de desarrollo urbano se elaboran como producto de la necesidad de contar con una directriz urbana de común aceptación en el municipio, que armonicen las actuaciones individuales o aisladas que se producen en la ciudad y que hagan posible las actuaciones colectivas que sean requeridas.

Por sus múltiples implicaciones y efectos jurídico-administrativos, las decisiones urbanísticas que se habrán de materializar en los planes parciales de desarrollo urbano, comprometen y afectan a campos tan diversos como: la dotación de suelo para viviendas y actividades económicas, el marco general

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 32 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

jurídico entre gobiernos municipales, estatales y federal; la protección de recursos naturales, ambientales y patrimoniales; la dotación de suelo para equipamiento de salud, educación, cultura, entre otros. Lograr una integración espacial y social en la ciudad, serán los criterios básicos y generales del proceso de actualización de planes parciales de desarrollo urbano de Zapopan a fin de obtener una estructura urbana coherente.

Los planes parciales de desarrollo urbano son documentos que establecen las políticas y normas técnicas de desarrollo urbano para un territorio específico, que marcan los lineamientos a seguir en toda actuación pública, social y privada, sobre el territorio. La formulación de los planes parciales de desarrollo urbano es una de las actuaciones más trascendentes de los gobiernos municipales, ya que son el resultado de un proceso de elaboración con bases técnicas y sobre todo de consulta participativa. En estos instrumentos de administración y control del desarrollo territorial se deben planificar las funcionalidades actuales y futuras y, sobre todo, plantearse nuevas oportunidades y perspectivas para un entorno, zona o Distrito Urbano.

Las orientaciones indicativas del Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" en materia de desarrollo territorial abarcan un conjunto de políticas sectoriales tendientes al desarrollo urbano sustentable (desarrollo económico, desarrollo social y protección al medio ambiente) y a la vez establecen un conjunto de directrices para las acciones urbanísticas que se lleven a cabo en su área de aplicación, siendo las siguientes:

**Estrategia de desarrollo sustentable:** impulso del crecimiento económico, al progreso social; posibilitando su crecimiento, pero de forma simultánea entendiendo los procesos medio ambientales que se llevan a cabo en su territorio, a través de las siguientes políticas:

- **Política de Conservación del Patrimonio Arqueológico:** determinar las zonas de transición y/o amortiguamiento entre las áreas de conservación patrimoniales y la ciudad actual, a fin de evitar un cambio drástico que dañe la fisonomía de estas importantes áreas de la ciudad.
- **Política de Conservación:** Protección de áreas naturales Nextipac, Tesistán y La Venta.
- **Política de movilidad urbana:** estructurar el territorio a través de una red de vialidades jerarquizadas para asegurar el acceso a las áreas urbanizadas y aquellas en donde se anticipa su urbanización a corto mediano y largo plazo. Además de privilegiar el desplazamiento de las personas por sobre el de los automóviles particulares; a través del uso de corredores de transporte masivo y de las alternativas de movilidad no motorizada.
  - **Política de espacios verdes abiertos públicos:** conformar un sistema de espacios públicos naturales y urbanos que permitan ordenar y gestionar el territorio, a fin de proporcionar cualidades ambientales y cívicas a los ciudadanos de manera equitativa. Crecer el área de granjas y huertos, así como conservar el área agrícola existente.
  - **Políticas de crecimiento:** Reducir el área de reserva urbana. Y disminuir la densidad poblacional ya que es un área de transición.

El territorio Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se ubica en el noroeste del municipio de Zapopan. Cuenta con una superficie de 7,321.94 ha. Colinda al norte y noroeste con el Distrito Urbano 11 "Tesistán"; al este con los Distritos 12 "Nixticuil" y 4 "Tuzanía"; al sur con el Distrito Urbano ZPN-7 "El Colli" y al suroeste con el bosque de la primavera. El área de aplicación del Plan, está ubicado

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 33 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

según el Modelo de Ordenamiento Ecológico entre dos complejos paisajísticos, IV\_10\_AH\_A y IV\_08\_AH\_A, los cuales corresponden a la expansión urbana en Zapopan, con cobertura predominantemente de Asentamientos Humanos, donde se presentan políticas de aprovechamiento.

La clasificación de áreas y la determinación de usos, destinos y reservas conforme se establecen en el presente plan parcial contienen las normas específicas de zonificación secundaria, que regulara la utilización de los predios y fincas de las mismas de conformidad a la clasificación establecida en el reglamento estatal adecuando los símbolos gráficos que complementan esta identificación. La clasificación de áreas y predios se establece en función de las condicionantes que resulten de sus características del medio físico natural y transformado, las que según su índole requieren de diverso grado de control o participación institucional, para obtener o conservar la adecuada relación ambiental, así como para normar la acción urbanística que en dichas áreas se pretenda realizar, en caso de ser factible.

- ❖ El proyecto “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BorealGas Central Zapopan S.A. de C.V.”, se pretende ubicar dentro de un predio arrendado por el promovente. De acuerdo con el “**Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano- Distrito Urbano ZPN-9 “Base Aérea-El Bajío”**”, del H. Ayuntamiento de Zapopan, Dirección de Planeación y Ordenamiento Territorial 2010-2012, muestra que el área destinada, de acuerdo al **plano de zonificación Z-1B**, se encuentra ubicado en una **Área Urbanizada (AU)**; clasificada como **Área Urbanizada con Zonificación Específica Industrial Ligera Riesgo Bajo**:

**Áreas Urbanizadas (AU):** *Son las áreas ocupadas por las instalaciones necesarias para la vida normal del centro de población que cuentan con su incorporación municipal o con la aceptación del Ayuntamiento o están en proceso de acordarlas. Estas áreas podrán ser objeto de acciones de mejoramiento y de renovación urbana.*

La zonificación específica precisará los aprovechamientos específicos o utilización particular del suelo, en las distintas zonas del área de aplicación, acompañadas de sus respectivas normas de control de la urbanización y edificación. Es decir; se precisarán dichas normas mediante las matrices de utilización del suelo indicadas para cada tipo de uso.

**Industria ligera y de riesgo bajo (I1):** *Las normas de utilización correspondientes a los usos y destinos predominantes, compatibles y condicionados con la zona de industria ligera y de riesgo bajo (I1) quedan supeditadas a lo que el Código Urbano para el Estado de Jalisco y el reglamento estatal consignan al respecto.*

En relación con el **Uso de Suelo**, el sitio del proyecto, se trata de un terreno previamente impactado por actividades de uso comercial (tienda de conveniencia), así mismo, el terreno se encuentra en su totalidad con carpeta asfáltica, por lo que ha sufrido cambios en su cubierta vegetal debido a las actividades que ahí se han desarrollado. El área del proyecto cuenta con un **Dictamen de Trazo Usos y Destinos Específicos** con número de expediente **DTU-2021-0583** emitido por la Dirección de Ordenamiento del Territorio, **PROCEDENTE** a los usos: Industria Ligera y de Riesgo Bajo (I1), comercios y servicios regionales (CS-R);

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 34 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

***Industria ligera y riesgo bajo; AU/11 (16).***

*Usos y destinos permitidos: servicios centrales, servicios regionales, servicios a la industria y al comercio, espacios verdes, abiertos y recreativos centrales.*

Por otro lado, es importante mencionar que debido a la naturaleza del proyecto no se contempla el uso ni el manejo de recursos naturales, y el predio no se encuentra dentro de ninguna ANP Federal, Estatal, Municipal, Ejidal ni Privada, así como tampoco afectará AICAS o Regiones Hidrológicas Prioritarias, y en lo que respecta a los cuerpos de agua en el sitio propuesto y en sus colindancias, no se identifican cuerpos de agua superficiales dentro de éste. Además, se espera un beneficio en la generación de empleos, directos e indirectos, así como grandes beneficios económicos, ambientales y de seguridad por el uso de gas natural comprimido en la industria, ya que este es un combustible alternativo que tiene combustión más limpia con respecto a otros como el diésel o la gasolina, contribuye con emisiones más bajas de gases de efecto invernadero coadyuvando así a mitigar el cambio climático.

El proyecto “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: BorealGas Central Zapopan S.A. de C.V.”, coadyuva con los objetivos y directrices urbanas del Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano ZPN-9 “Base Aérea-El Bajío para el municipio de Zapopan, Jalisco que le son aplicables de acuerdo con su naturaleza, por lo que se considera que no existe impedimento para la realización del proyecto en cuestión.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 35 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

### 5.1.1 PROYECTO

La Estación de suministro y terminal de carga contará con los siguientes equipos:

**Tabla 1. Componentes de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC**

| <b>Descripción</b>                         | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------------------|-----------------|
| Estación de Regulación y Medición (E.R.M.) | 1               |
| Compresor                                  | 2               |
| Sistema de almacenamiento                  | 1               |
| Panel de prioridades                       | 1               |
| Surtidores                                 | 6               |
| Poste de carga                             | 1               |

El presente proyecto Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC, se pretende ubicar en el siguiente municipio:

| <b>ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. DE C.V.</b> |                   |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Item</b>                                                                                      | <b>Municipios</b> | <b>Estado</b> |
| 1                                                                                                | Zapopan           | Jalisco       |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOPAN SA DE CV”

Tabla 2. Características de equipos principales del Proyecto

| Descripción                         | TAG   | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática a kg/cm² | *Flujo de diseño y operación                                   | *Presión de diseño y operación en kg/cm²             | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención                                                                                                                                   | Ubicación                                  |
|-------------------------------------|-------|----------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                     |       |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                         | Min./ Normal/ Máx.                                             | Min./ Normal/ Máx.                                   | Min./ Normal/ Máx.                       |                                                                                                                                                                                                     |                                            |
| Estación de Regulación y Medición   | ERM   | 2021     | 3860 Sm³/h   | 3 m X 5m    | NFPA 52          | Varios                     | 30 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                      | Diseño 3860 Sm³/h (en condiciones estándar: 15°C, y 760 mm Hg) | Diseño 25.4929 Operación 7.13801                     | Diseño -40 a 85 °C                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema contraincendio</li> </ul>                                                                                            | Lat.: 20°42'25.02"N<br>Lon: 103°27'53.71"O |
| Compresor de gas natural SW400F7-EM | COM01 | 2021     | 2610 Sm³/h   | ND          | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                      | Diseño 2610 m³/h (en condiciones estándar: 15°C, y 760 mm Hg)  | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | Diseño -10 a 40°C                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Válvula automática</li> <li>• Válvula de alivio</li> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'24.64"N<br>Lon: 103°27'54.68"O |
| Compresor de gas natural SW185F7-EM | COM02 | 2021     | 1250 Sm³/h   | ND          | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                      | Diseño 1250 m³/h en condiciones estándar: 15°C, y 760 mm Hg)   | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | Diseño -10 a 50°C                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Válvula automática</li> <li>• Válvula de alivio</li> <li>• Paro de emergencia</li> </ul>                                   | Lat.: 20°42'24.74"N<br>Lon: 103°27'54.74"O |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOCAN SA DE CV”

| Descripción                                            | TAG | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática a kg/cm² | *Flujo de diseño y operación                                  | *Presión de diseño y operación en kg/cm²  | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención                                                                                                                                                    | Ubicación                                  |
|--------------------------------------------------------|-----|----------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                        |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                         | Min./ Normal/ Máx.                                            | Min./ Normal/ Máx.                        | Min./ Normal/ Máx.                       |                                                                                                                                                                                                                      |                                            |
|                                                        |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                         |                                                               |                                           |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema contraincendio</li> </ul>                                                                                                                                             |                                            |
| Panel de prioridad de regulación de presión            | PP1 | 2021     | 5.6 m³       | ND          | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                      | ND                                                            | Operación 254.929<br>Suministro 203.943   | ND                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula de seguridad</li> <li>Válvulas manuales CIERRE</li> <li>Válvula de retención</li> <li>Válvulas electroneumáticas</li> </ul>                                           | Lat.: 20°42'24.84"N<br>Lon: 103°27'54.68"O |
| Cascada de almacenamiento con tanques de recirculación | A01 | 2021     | 5.6 m³       | ND          | NFPA 52          | Acero (34Cro4)             | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | 421.143                                 | Diseño 3860 m³/h (en condiciones estándar: 15°C, y 760 mm Hg) | Max. Trabajo 280.422<br>Trabajo 254.929 / | Diseño a -10 80°C                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Protección contra la corrosión</li> <li>Válvula manual de aislamiento</li> <li>Válvulas de exceso de flujo</li> <li>Válvula de corte</li> <li>Válvula de seguridad</li> </ul> | Lat.: 20°42'24.84"N<br>Lon: 103°27'54.68"O |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOPAN SA DE CV”

| Descripción         | TAG | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática kg/cm² | *Flujo de diseño y operación | *Presión de diseño y operación en kg/cm² | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención                                                                                                                                                                                                  | Ubicación |
|---------------------|-----|----------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                     |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       | Min./ Normal/ Máx.           | Min./ Normal/ Máx.                       | Min./ Normal/ Máx.                       |                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
|                     |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       |                              |                                          |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de venteo con válvula de accionamiento manual.</li> <li>• Válvula de cierre rápido</li> <li>• Sistema de detección de mezclas explosivas</li> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema contraincendio</li> </ul> |           |
| Poste de Suministro | P1  | 2021     | -            | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | ND                           | Max. Llenado 254.929                     | Diseño -10 a 40°C                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula Breakaway de alto flujo</li> <li>• Válvulas de cierre manual</li> <li>• Paro de emergencia</li> </ul>                                                                                                             |           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**"ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV"**

| Descripción       | TAG | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática kg/cm² | *Flujo de diseño y operación  | *Presión de diseño y operación en kg/cm²             | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención                                                    | Ubicación                                   |
|-------------------|-----|----------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                   |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       | Min./ Normal/ Máx.            | Min./ Normal/ Máx.                                   | Min./ Normal/ Máx.                       |                                                                                                                      |                                             |
|                   |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       |                               |                                                      |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema contraincendio</li> </ul>                                             |                                             |
| Surtidores de GNC | S1  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | Max 40 kg/min, Min 0.3 kg/min | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | De trabajo: -10°C +40°C                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Venteo</li> <li>Paro de emergencia</li> <li>Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'25.2 2"N<br>Lon: 103°27'54.42"O |
|                   | S2  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | Max 40 kg/min, Min 0.3 kg/min | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | De trabajo: -10°C +40°C                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Venteo</li> <li>Paro de emergencia</li> <li>Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'25.4 8"N<br>Lon: 103°27'54.65"O |
|                   | S3  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | Max 40 kg/min, Min 0.3 kg/min | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | De trabajo: -10°C +40°C                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Venteo</li> <li>Paro de emergencia</li> <li>Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'25.3 0"N<br>Lon: 103°27'54.16"O |
|                   | S4  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | Max 40 kg/min, Min 0.3 kg/min | Diseño 280.422 Trabajo 203.943 Max. Descarga 254.929 | De trabajo: -10°C +40°C                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Venteo</li> <li>Paro de emergencia</li> <li>Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'25.5 6"N<br>Lon: 103°27'54.39"O |
|                   | S5  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | Max 40 kg/min, Min 0.3 kg/min | Diseño 280.422 Trabajo                               | De trabajo:                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Venteo</li> </ul>                                                             | Lat.: 20°42'25.8 2"N                        |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

| Descripción | TAG | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática kg/cm² | *Flujo de diseño y operación | *Presión de diseño y operación en kg/cm²                               | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención                                                          | Ubicación                                  |
|-------------|-----|----------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|             |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       | Min./Normal/Máx.             | Min./Normal/Máx.                                                       | Min./Normal/Máx.                         |                                                                                                                            |                                            |
|             |     |          |              |             |                  |                            |                     |                    |                               |                                       |                              | 203.943<br>Max.<br>Descarga<br>254.929                                 | -10°C<br>+40°C                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema contraincendio</li> </ul>                   | Lon: 103°27'54.59"O                        |
|             | S6  | 2021     | 27-3900 m³/h | ND          | NFPA 52          | Acero revestido            | 20 años             | Gas natural        | Gaseoso                       | ND                                    | ND                           | Diseño<br>280.422<br>Trabajo<br>203.943<br>Max.<br>Descarga<br>254.929 | De trabajo:<br>-10°C<br>+40°C            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Venteo</li> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema contraincendio</li> </ul> | Lat.: 20°42'26.08"N<br>Lon: 103°27'54.81"O |

Nota: Para Instalaciones en Operación, los Regulados indicarán los flujos, presiones y temperaturas de diseño y operación.

**Tabla 3. Características de equipos auxiliares del Proyecto**

| Descripción                               | TAG  | Año Fab. | Capacidad m³ | Dimensiones             | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de Prueba Hidrostática kg/cm² | *Flujo de diseño y operación | *Presión de diseño y operación en kg/cm² | *Temperatura de diseño y operación en °C | Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención | Ubicación                                  |
|-------------------------------------------|------|----------|--------------|-------------------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                           |      |          |              |                         |                  |                            |                     |                    |                               |                                       | Min./Normal/Máx.             | Min./Normal/Máx.                         | Min./Normal/Máx.                         |                                                                   |                                            |
| Sistema de enfriamiento de agua (coolers) | CO1  | 2021     |              | 3270 x 2470 x 2450mm    | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | Agua               | Líquido                       | ND                                    | ND                           | ND                                       | 10°C sobre la temperatura ambiente       | Sistema contraincendio                                            | Lat.: 20°42'24.64"N<br>Lon: 103°27'54.68"O |
| Panel eléctrico y de control              | PC01 | 2021     |              | ND                      | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | NA                 | NA                            | ND                                    | ND                           | ND                                       | ND                                       | Sistema contraincendio                                            | Lat.: 20°42'24.64"N<br>Lon: 103°27'54.68"O |
| Caseta anti explosión                     | CAE  | 2021     |              | 9700 x 2304 X H 2370 mm | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | NA                 | NA                            | ND                                    | ND                           | ND                                       | ND                                       | Sistema contraincendio                                            | Lat.: 20°42'24.74"N<br>Lon: 103°27'54.74"O |
| Compresor de aire                         | CA   | 2021     |              | ND                      | NFPA 52          | Varios                     | 20 años             | Aire               | Gaseoso                       | ND                                    | ND                           | ND                                       | ND                                       | Sistema contraincendio                                            | Lat.: 20°42'24.74"N<br>Lon: 103°27'54.74"O |

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar "NA"

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 42 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La única sustancia empleada en la “ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV” es el Gas Natural Comprimido.

Se denomina gas natural a una mezcla de gases, cuyos componentes principales son hidrocarburos gaseosos en mayor proporción siempre se encuentra el metano (CH<sub>4</sub>), acompañado con fracciones de etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de otros gases como dióxido de carbono, nitrógeno y en algún caso ácido sulfhídrico, oxígeno e hidrógeno.

El riesgo asociado al manejo del Gas Natural en la Estación de Suministro y Terminal de Carga se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4. Listado de sustancias por tipo de riesgo mayor y características de peligrosidad.

| Nombre químico de la sustancia (IUPAC) | No. CAS   | Riesgo Químico |   |   |   |   | Flujo en m <sup>3</sup> /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD) | Concentración | Capacidad total de almacenamiento | Tipo de almacenamiento                        | Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas |
|----------------------------------------|-----------|----------------|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                        |           | C              | R | E | T | I |                                                                                |               |                                   |                                               |                                                                      |
| Gas Natural                            | 8006-14-2 |                |   | X |   | X | 3860 m <sup>3</sup> /h (en condiciones estándar: 15°C, y 760 mm Hg)            | 100,0 %       | 5600 litros de agua               | STANDARD<br>Cascada con 70 cilindros de Acero | A partir de 500 kg                                                   |

En el Anexo III se presenta la Hoja de Seguridad del Gas Natural.

|                                                                                                            |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 43 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

### 5.3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

**DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

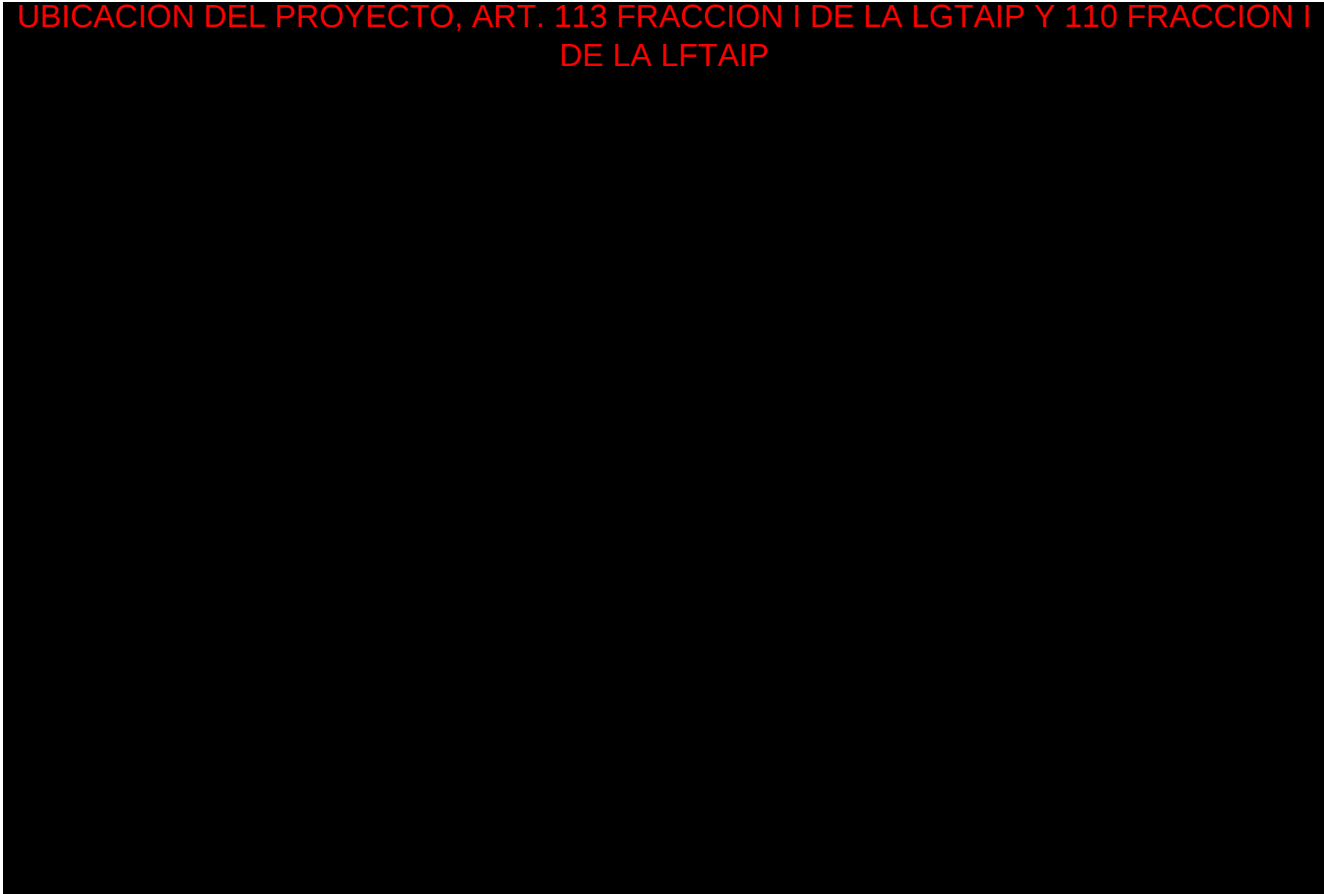
La Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC se pretende ubicar en:

| ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. DE C.V. |            |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| Item                                                                                      | Municipios | Estado  |
| 1                                                                                         | Zapopan    | Jalisco |

**COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 44 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### **Datos climatológicos**

Con base en el INAFED, el municipio de Zapopan, Jalisco se ubica a una altura de 1,548 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto es la Estación 14169 de nombre Zapopan, y tomando en cuenta los registros de temperaturas mínimas y máximas en el periodo comprendido entre 1981-2010 se observa que la temperatura mínima normal es de 12.9 °C, temperatura máxima normal es de 28.4°C y temperatura media normal es de 20.6°C. En cuanto a la dirección de vientos predominantes estos son hacia el Este con una intensidad de 9.6 km/hr (Weather Spark).

### **Aspectos abióticos**

#### **Clima**

El clima se refiere a los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación y otras condiciones meteorológicas de interés en una región geográfica determinada; es decir, la sucesión periódica de los distintos tipos de tiempo que se repiten en una región de forma característica durante un periodo amplio de tiempo. Mientras el tiempo atmosférico es variable, el clima es estable y permanente.

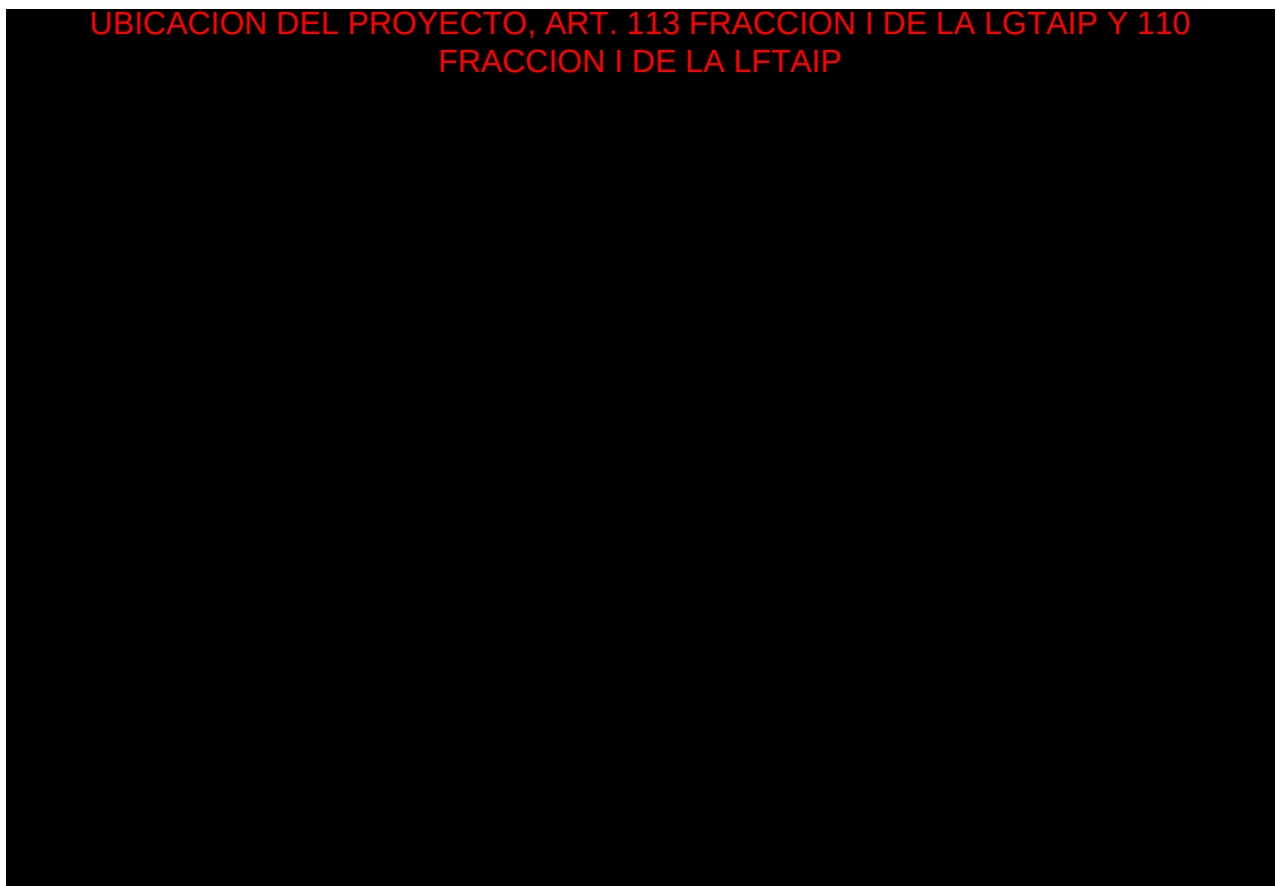
|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 45 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

El clima del municipio de Zapopan es templado, semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos con invierno benigno. Al Norte y Sur, es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido. Temperatura media anual es de 23.5° C, y tiene una precipitación media anual de 906.1 milímetros con régimen de lluvia en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son con dirección este, el promedio de días con heladas al año es de 5.12.

El sitio donde se pretende ubicar la Estación de Suministro y Terminal de Carga, así como un radio de 500 metros en torno a esta, presenta el siguiente clima de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García:

- **(A)C(w1) (w)**, Templado subhúmedo del grupo C, temperatura media anual entre 18°C y 22°C. Húmedo con lluvias todo el año, precipitación del mes más seco superior a 40 mm % de lluvia invernal menor de 5. Los intermedios en cuanto a grado de humedad con un cociente P/T 43.2 y 55.

La distribución del clima en un radio de 500 metros en torno al sitio del proyecto se muestra en la siguiente figura:



## Temperatura

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto es la Estación 14169 de nombre Zapopan, que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas Latitud: 20.720278° y Longitud: -103.391944°, en el municipio de Zapopan a una altitud de 1,560 msnm, ubicada a 7.78 km aproximadamente del área del proyecto. Tomando en cuenta los registros de temperaturas mínimas y máximas en el periodo comprendido entre 1981-2010 se observa que la temperatura mínima normal es de 12.9 °C, temperatura máxima normal es de 28.4°C y temperatura media normal es de 20.6°C.

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL                                     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
|---------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS                                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| ESTADO DE: JALISCO                                                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| ESTACION: 00014169 ZAPOPAN                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| LATITUD: 20°43'13" N. LONGITUD: 103°23'31" W. ALTURA: 1,560.0 MSNM. |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| ELEMENTOS                                                           | ENE     | FEB     | MAR     | ABR     | MAY     | JUN     | JUL     | AGO     | SEP     | OCT     | NOV     | DIC     | ANUAL |
| TEMPERATURA MAXIMA                                                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| NORMAL                                                              | 24.5    | 27.2    | 29.7    | 32.1    | 33.4    | 31.2    | 27.9    | 27.9    | 27.6    | 27.4    | 26.6    | 24.9    | 28.4  |
| MAXIMA MENSUAL                                                      | 27.0    | 29.4    | 33.2    | 34.7    | 35.9    | 34.2    | 30.4    | 32.5    | 30.6    | 28.8    | 28.8    | 27.3    |       |
| AÑO DE MAXIMA                                                       | 1989    | 1988    | 1991    | 1991    | 1991    | 1982    | 1998    | 2009    | 2009    | 1995    | 1995    | 1994    |       |
| MAXIMA DIARIA                                                       | 30.0    | 33.0    | 38.0    | 39.0    | 39.5    | 38.5    | 36.0    | 38.5    | 34.0    | 32.0    | 31.5    | 31.0    |       |
| FECHA MAXIMA DIARIA                                                 | 10/1988 | 24/2008 | 29/1998 | 24/1994 | 21/1989 | 06/1989 | 05/1994 | 23/2009 | 16/2009 | 12/1993 | 05/1988 | 04/1995 |       |
| AÑOS CON DATOS                                                      | 28      | 28      | 28      | 27      | 26      | 25      | 27      | 25      | 27      | 28      | 28      | 27      |       |
| TEMPERATURA MEDIA                                                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| NORMAL                                                              | 16.4    | 18.4    | 20.2    | 22.7    | 24.3    | 23.7    | 21.9    | 21.9    | 21.7    | 20.7    | 18.8    | 16.9    | 20.6  |
| AÑOS CON DATOS                                                      | 28      | 28      | 28      | 27      | 26      | 25      | 27      | 25      | 27      | 28      | 28      | 27      |       |
| TEMPERATURA MINIMA                                                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| NORMAL                                                              | 8.4     | 9.7     | 10.8    | 13.2    | 15.3    | 16.2    | 15.8    | 15.8    | 15.7    | 14.0    | 10.9    | 8.9     | 12.9  |
| MINIMA MENSUAL                                                      | 6.6     | 6.0     | 8.0     | 10.4    | 14.0    | 14.5    | 14.0    | 14.2    | 14.0    | 12.6    | 8.1     | 6.5     |       |
| AÑO DE MINIMA                                                       | 1981    | 1998    | 1986    | 1983    | 2000    | 1985    | 1992    | 1985    | 1985    | 1987    | 1999    | 1997    |       |
| MINIMA DIARIA                                                       | 1.5     | 1.0     | 3.5     | 7.5     | 7.0     | 7.0     | 9.5     | 6.0     | 10.5    | 8.0     | 5.0     | 0.0     |       |
| FECHA MINIMA DIARIA                                                 | 05/1985 | 06/1986 | 17/1983 | 09/1983 | 06/2001 | 10/1999 | 27/1989 | 14/1989 | 27/1989 | 19/1997 | 27/1992 | 13/1997 |       |
| AÑOS CON DATOS                                                      | 28      | 28      | 28      | 27      | 26      | 25      | 27      | 25      | 27      | 28      | 28      | 27      |       |

## Precipitación pluvial

El municipio de Zapopan tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación. La temporada de lluvia dura 9.0 meses, del 14 de mayo al 15 de febrero, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 9 de julio.

De acuerdo con el Prontuario de Información Geográfica Municipal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el rango de precipitación varía de 800 – 1200 mm.

Según los datos de la Estación climatológica 14169 de nombre Zapopan, la precipitación pluvial mensual normal y máxima registrada son las siguientes:

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**"ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV"**

| SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL  |          |       |      |      |      |       |       |       |                    |       |      |      |
|----------------------------------|----------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------------------|-------|------|------|
| ESTADO DE: JALISCO               |          |       |      |      |      |       |       |       | PERIODO: 1981-2010 |       |      |      |
| ESTACIÓN: 00014169 Zapopan (DGE) |          |       |      |      |      |       |       |       |                    |       |      |      |
| PRECIPITACIÓN                    | ENE      | FEB   | MAR  | ABR  | MAY  | JUN   | JUL   | AGO   | SEP                | OCT   | NOV  | DIC  |
| NORMAL MENSUAL                   | 18.7     | 10.0  | 2.8  | 3.2  | 20.1 | 216.8 | 272.8 | 209.1 | 176.1              | 57.7  | 12.6 | 7.2  |
| MAXIMA MENSUAL                   | 252.2    | 137.8 | 58.5 | 58.0 | 88.0 | 434.8 | 465.2 | 334.5 | 441.0              | 115.0 | 92.9 | 48.7 |
| ANUAL                            | 1007.1mm |       |      |      |      |       |       |       |                    |       |      |      |

## Evapotranspiración

El termino Evapotranspiración (ET), engloba el proceso de transferencia del agua a la atmosfera tanto por acción de las plantas como por evaporación directa a partir del suelo (Tuñón,2000). Los métodos para determinar la Evapotranspiración pueden clasificarse como métodos directos e indirectos. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación. Los segundos en forma indirecta y bajo la utilización de fórmulas empíricas obtienen los consumos de agua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta.

Para el municipio de Zapopan, se tiene un promedio de evapotranspiración para el año 2004 de 623.15 mm. Por otro lado, en base a la Estación 14169 de nombre Zapopan no se cuenta con datos al respecto.

|                           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PRECIPITACION             | 18.7    | 10.0    | 2.8     | 3.2     | 20.1    | 216.8   | 272.8   | 209.1   | 176.1   | 57.7    | 12.6    | 7.2     | 1,007.1 |
| NORMAL                    | 18.7    | 10.0    | 2.8     | 3.2     | 20.1    | 216.8   | 272.8   | 209.1   | 176.1   | 57.7    | 12.6    | 7.2     | 1,007.1 |
| MAXIMA MENSUAL            | 252.2   | 137.8   | 58.5    | 58.0    | 88.0    | 434.8   | 465.2   | 334.5   | 441.0   | 115.0   | 92.9    | 48.7    |         |
| AÑO DE MAXIMA             | 1992    | 2010    | 1997    | 1997    | 2000    | 2008    | 1991    | 1992    | 2004    | 1992    | 1982    | 1989    |         |
| MAXIMA DIARIA             | 60.3    | 45.0    | 24.0    | 24.0    | 40.0    | 96.0    | 74.5    | 85.0    | 91.0    | 59.0    | 78.0    | 16.8    |         |
| FECHA MAXIMA DIARIA       | 25/1992 | 02/2010 | 07/1997 | 04/1997 | 29/2000 | 29/1987 | 29/2007 | 08/1998 | 24/2004 | 07/2005 | 26/1982 | 06/1989 |         |
| AÑOS CON DATOS            | 29      | 29      | 29      | 29      | 28      | 27      | 28      | 26      | 28      | 29      | 29      | 27      |         |
| EVAPORACION TOTAL         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| NORMAL                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| AÑOS CON DATOS            |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| NUMERO DE DIAS CON LLUVIA | 2.1     | 1.0     | 0.6     | 0.7     | 2.7     | 14.5    | 19.1    | 18.2    | 13.5    | 5.6     | 1.4     | 1.5     | 80.9    |
| AÑOS CON DATOS            | 29      | 29      | 29      | 29      | 28      | 27      | 28      | 26      | 28      | 29      | 29      | 27      |         |
| NIEBLA                    | 1.2     | 0.9     | 0.6     | 1.5     | 0.5     | 0.0     | 0.5     | 1.0     | 1.8     | 2.7     | 2.9     | 1.3     | 14.9    |
| AÑOS CON DATOS            | 27      | 27      | 27      | 27      | 26      | 25      | 26      | 24      | 26      | 27      | 27      | 26      |         |
| GRANIZO                   | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.4     | 0.3     | 0.3     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 1.0     |
| AÑOS CON DATOS            | 27      | 27      | 27      | 27      | 26      | 25      | 26      | 24      | 26      | 27      | 27      | 26      |         |
| TORRENTA E.               | 0.8     | 0.2     | 0.1     | 0.0     | 0.0     | 0.2     | 0.5     | 0.3     | 0.3     | 0.3     | 0.1     | 0.2     | 3.0     |
| AÑOS CON DATOS            | 27      | 27      | 27      | 27      | 26      | 25      | 26      | 24      | 26      | 27      | 27      | 26      |         |

## Dirección y Velocidad del Viento

El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

Basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016 (Weather Spark), donde las estaciones que contribuyen a esta reconstrucción son: Aeropuerto Internacional de Guadalajara (90 %, 24 kilómetros, sur); Aeropuerto Internacional de Aguascalientes (5 %, 156 kilómetros, noreste)

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 48 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

y Aeropuerto Internacional Amado Nervo (4.3 %, 170 kilómetros, noroeste), la velocidad promedio del viento por hora en Zapopan tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año, donde la dirección de vientos predominantes es hacia el Este con una intensidad de 9.6 km/hr.

### Hidrografía

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la hidrografía contiene la información estructurada como un sistema lineal que modela el drenaje a través de arroyos y ríos en cada cuenca hidrográfica. Útil para el análisis de cuerpos y corrientes de agua.

El sitio donde se ubica el proyecto y en un radio de 500 metros, se encuentran dentro de la **Región Hidrológica Lerma – Santiago, Cuenca Hidrológica R. Santiago-Guadalajara**, en la **Subcuenca Hidrológica R. Verde - P. Santa Rosa**. Dentro del radio de 500 metros del predio para la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.”, No se encuentran corrientes ni cuerpos de agua. Así como tampoco dentro del predio donde se pretende ubicar el proyecto.

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 49 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## Suelos

La edafología es la disciplina que se aboca al estudio del suelo, con la finalidad de señalar su vocación y con ello estar en la capacidad de manejarlo y explotarlo de manera óptima. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014) el tipo de suelo en el sitio donde se ubica el proyecto y en un radio de 500 metros es **Regosol Eútrico** el cual se describe a continuación de acuerdo con la Clasificación de FAO-UNESCO:

### Suelo Dominante

Regosol: Del griego rhegos, manta.

Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles. Son someros con fertilidad variable y su productividad se relaciona a su profundidad y pedregosidad. El cultivo de granos tiene resultados moderados a bajos y para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables.

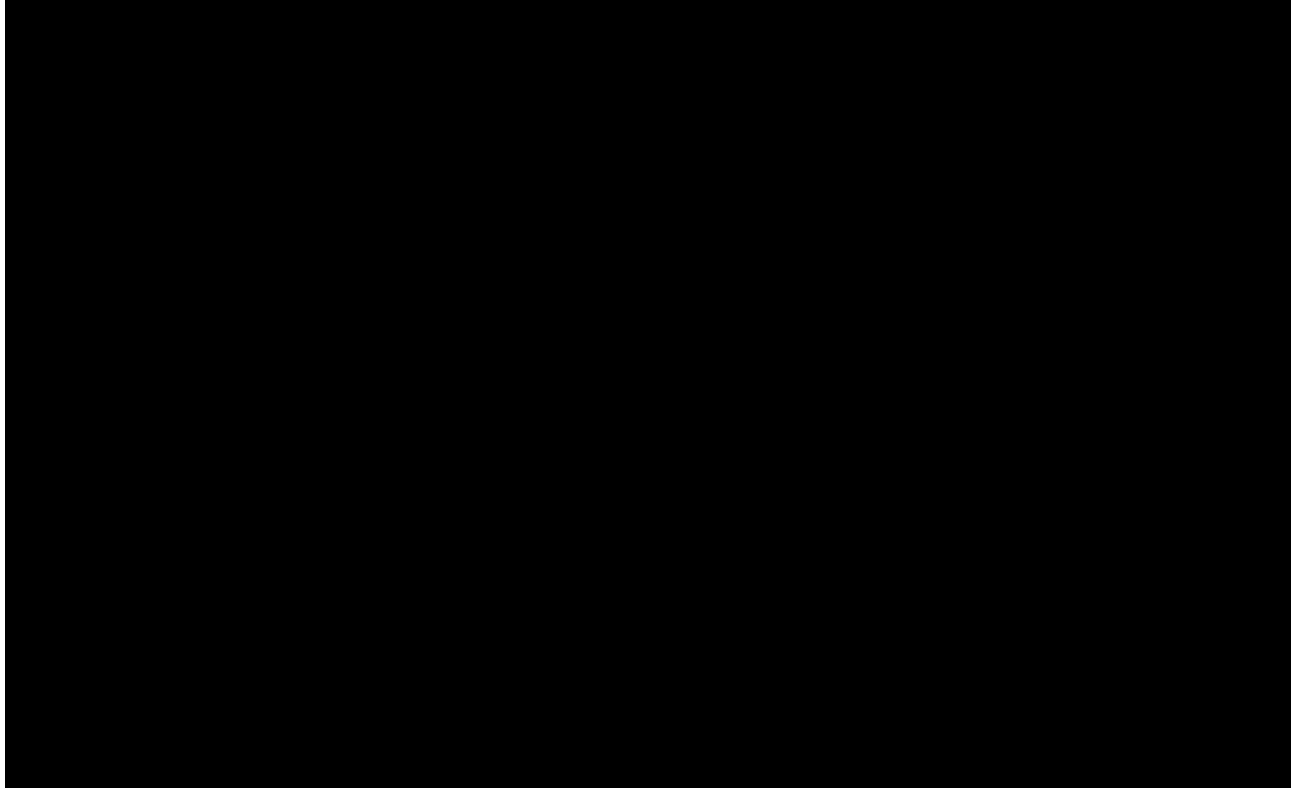
### Subunidad de suelo

Eútrico: Del griego eu, bueno.

Suelos saturados con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución. El estado éútrico puede considerarse un indicador adicional de buena fertilidad del suelo. Los suelos éútricos son característicos de clima seco o semiseco debido a la baja precipitación.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 50 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### Geología

La Geología determina la composición física y la historia geológica del suelo, al igual que los materiales que componen la estructura terrestre, como lo son las rocas y los minerales, y los procesos relacionados con ellos.

De acuerdo con la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el sitio donde se ubica el proyecto y en un radio de 500 metros se encuentra geológicamente conformada por lo siguiente:

Arenosol aluvial (Qs): Este suelo se identifica con la era del Cenozoico, con el periodo geológico cuaternario de clave geológica Q(s). Los Arenosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa que, localmente, pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas puede aparecer sobre areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas. Los suelos aluviales son fluviales en origen, poco evolucionados, aunque profundos. Aparecen en las llanuras de inundación de los ríos principales. Tienen un perfil poco desarrollado, formado por materiales transportados por las corrientes de agua. Se ha acumulado algo de materia orgánica en su superficie. Son suelos oscuros que tienen una mala filtración; son recientes y buenos para el cultivo.

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 51 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

| Agrupación<br>Leyenda | Entidad | Era geológica | Clase | Serie | Tipo de roca | Sistema     | Clave<br>geológica |
|-----------------------|---------|---------------|-------|-------|--------------|-------------|--------------------|
| No aplica             | Suelo   | Cenozoico     | N/A   | N/A   | N/A          | Cuaternario | Q(s)               |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### Características Geomorfológicas

La geomorfología estudia las formas de superficie terrestre y los procesos que las genera. El territorio nacional se divide en provincias fisiográficas o territorio, que se determinaron a partir de la identificación de características similares en materia de origen, tipo de rocas y otros factores.

### Provincias fisiográficas

Con base al INEGI 2001 Serie I, fisiográficamente el sitio del proyecto y un radio de 500 metros pertenece a la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y a la Subprovincia Fisiográfica Guadalajara.

Provincia del Eje Neovolcánico: conocido también como “Sierra Volcánica Transversal”, colinda al norte con la provincia Mesa Central y sus límites se definen por el cambio de morfología de mesetas a vertientes montañosas. Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, de composición andesítica y basáltica, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (hace unos 35 millones de años) hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 52 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

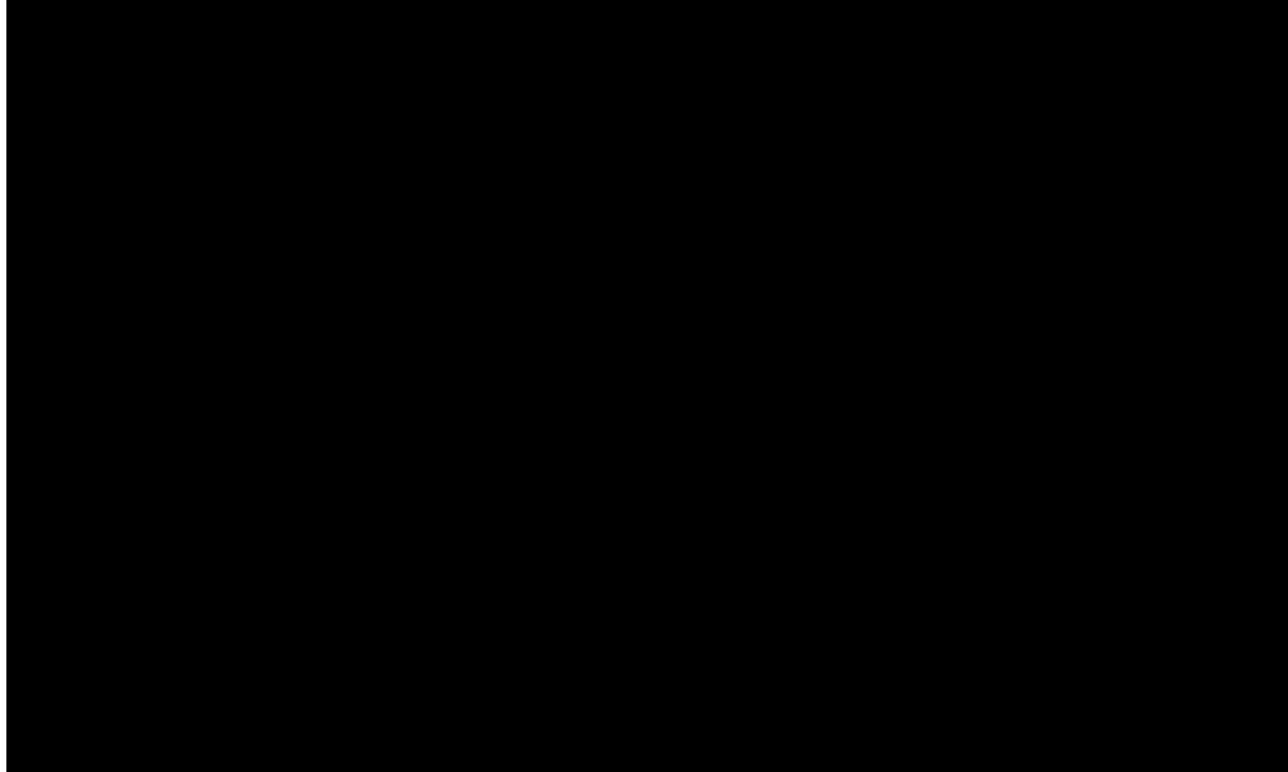
basalto, depósitos de arena y cenizas. También se presentan amplios valles intermontanos con elevación de 1700 a 1750 metros sobre el nivel del mar (msnm), que constituyen la región conocida como “El Bajío”; entre ellos destacan los valles de León, Río Turbio y Silao-Romita.

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

Subprovincia Guadalajara: La subprovincia fisiográfica Guadalajara se caracteriza por las notables manifestaciones de vulcanismo explosivo, que data de tiempos relativamente recientes y cuyas huellas se observan en la ciudad de Guadalajara y en la sierra de la primavera. En ella se encuentran sistemas distintos como sierras, mesetas, lomeríos y llanos; sin embargo, en general su litología está constituida por rocas ígneas extrusivas ácidas, vidrios volcánicos (obsidiana) basaltos y nubes ardientes.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 53 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

En México, existen 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias por su diversidad identificadas por el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias. Las problemáticas identificadas en cada una de estas áreas varían desde: sobreexplotación de los acuíferos y subterráneos, contaminación de los acuíferos superficiales y subterráneos, cambio de uso de suelo para agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial y la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua. De acuerdo con Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2008) el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros **No se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria.**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 54 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### **Regiones Marinas Prioritarias**

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad junto a un grupo de expertos identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, se identificaron las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación. Ahora bien, la ubicación del proyecto **No se encuentra dentro de alguna Región Marina Prioritaria.**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 55 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

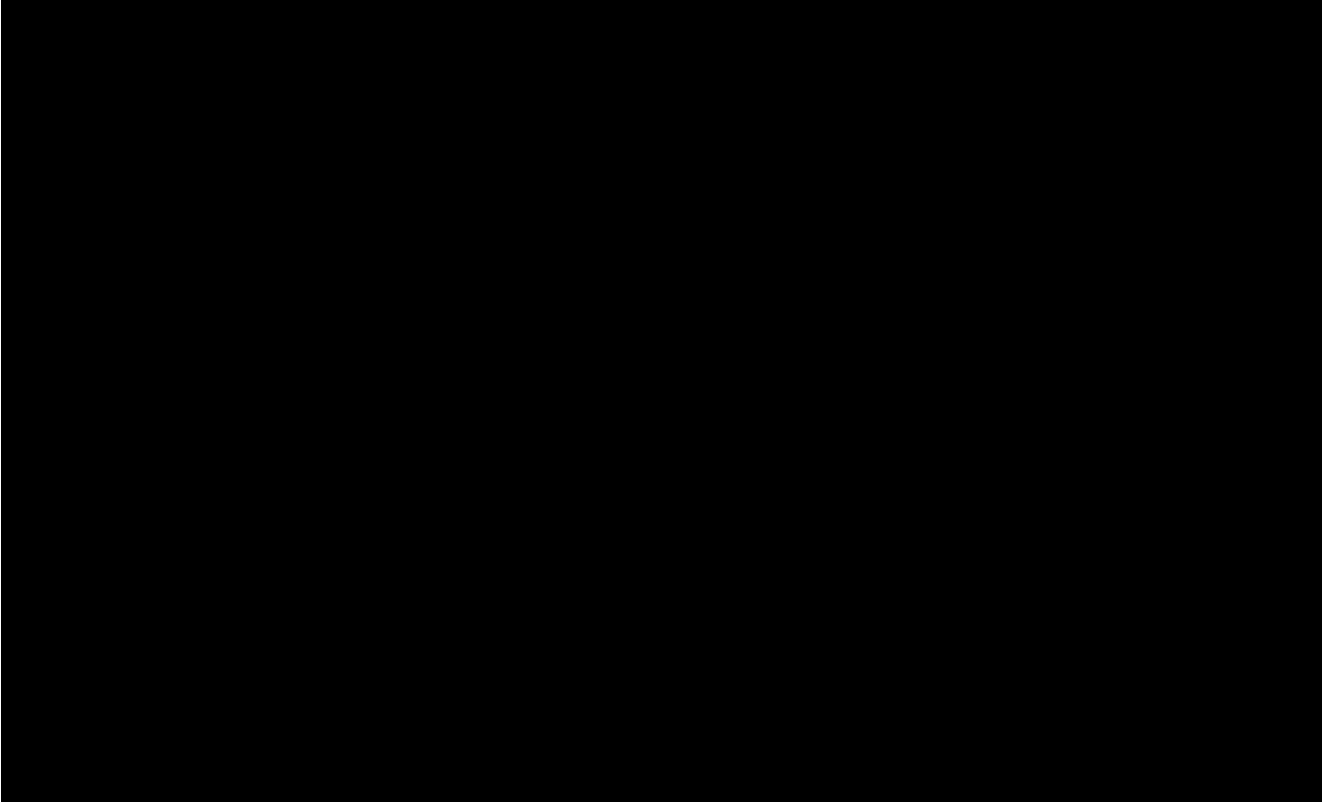
## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo. A la fecha, se consideraron 152 Regiones Terrestres Prioritarias con una superficie identificada como prioritaria para la biodiversidad de 515, 558 km<sup>2</sup>. El proyecto y en un radio de 500 metros **no cruza por alguna de las Regiones Terrestres Prioritarias.**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 56 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### Aspectos bióticos

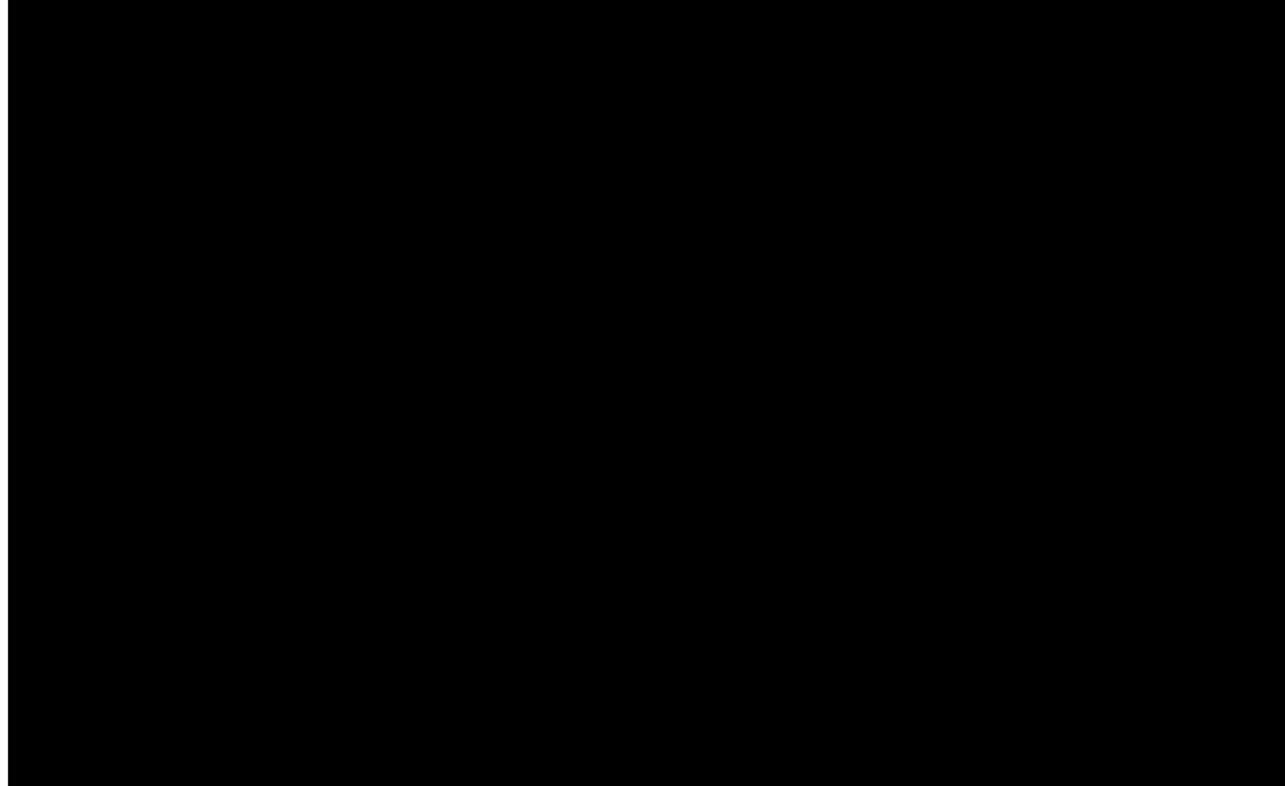
A continuación, se describen los aspectos bióticos que se identifican en el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros:

#### Flora y fauna

De acuerdo con el INEGI y la “Carta de Vegetación, Serie VI; Edición: 2017”, el tipo de Vegetación identificados es **No Aplicable**.

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <br>Gas Natural Vehicular | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 57 de 155 |
|                                                                                                            | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



De acuerdo con Prontuario de información Geográfica del INEGI, la principal vegetación del municipio de Zapopan, en donde se pretende ubicar el presente proyecto, se encuentra dividida en; Bosque (40.21%), Pastizal (19.81%) y Selva (6.68%). Ahora bien, con base al Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, las principales especies de flora del municipio, se compone de pino, encino, cretón, jonote, madroño, roble, oyamel, tepame, tabachín, ozote, retama, salvia, nopal, magnolia y laurel de olor.

Según el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), del portal de SEMARNAT, el Sistema Ambiental, Área de Influencia y sitio propuesto para el proyecto, tienen un uso de suelo de Asentamientos Humanos y un Tipo de Vegetación No aplicable. Y con base al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017) serie VI el tipo de Vegetación también es No Aplicable y el Uso de suelo de Asentamientos Humanos:

**Asentamientos humanos:** Es el establecimiento de un conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

En cuanto a la fauna del municipio de Zapopan, según el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, la fauna nativa de la región prácticamente ha desaparecido, quedando tan sólo algunos anfibios y aves más bien de carácter migratorio.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 58 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

### Sitios Ramsar

En México hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial. Estos humedales son conocidos como Sitios Ramsar, y son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. El Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos indica que “Todos los tratados que estén de acuerdo con la misma [Constitución], celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la ley suprema de toda la Unión”. Por eso, la Convención Ramsar debe de considerarse como una ley suprema y su cumplimiento es responsabilidad de todos los mexicanos, en función de sus atribuciones. **El sitio del proyecto no se ubica en un sitio Ramsar.**

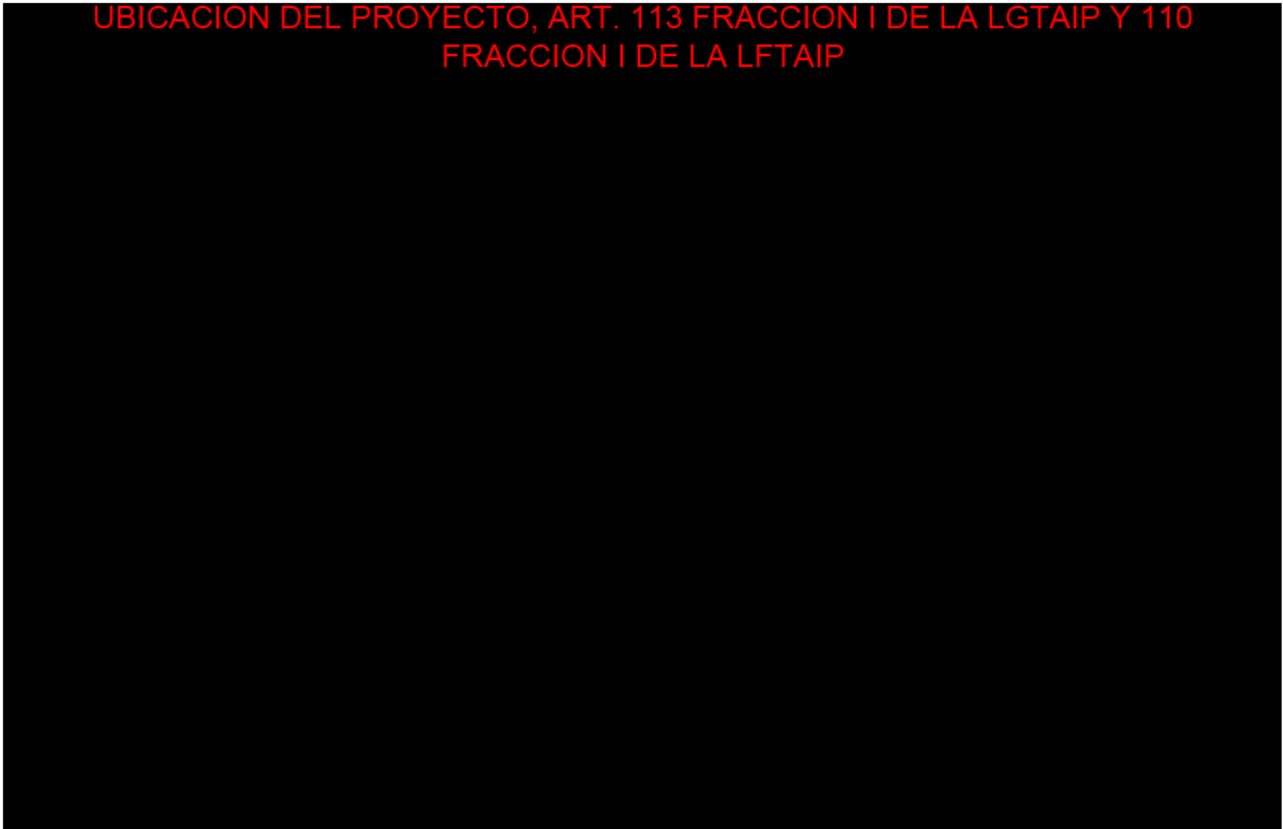
### UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### Área de importancia para la conservación de las aves (AICAs)

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2008) el sitio **del proyecto No se localiza dentro del Área de importancia para la conservación de las aves (AICAS)**, la más cercana es la “Bosque la Primavera” que se encuentra a 2 kilómetros de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 59 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### Riesgos Hidrometeorológicos

La Ley General de Protección Civil, en su artículo 2, inciso XXIII define a un Fenómeno Hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados. Si bien los fenómenos hidrometeorológicos juegan un papel importante en la distribución de la lluvia en México, también son muchos los riesgos y sus consecuencias, ya que son responsables de algunos de los mayores desastres que ha enfrentado el país.

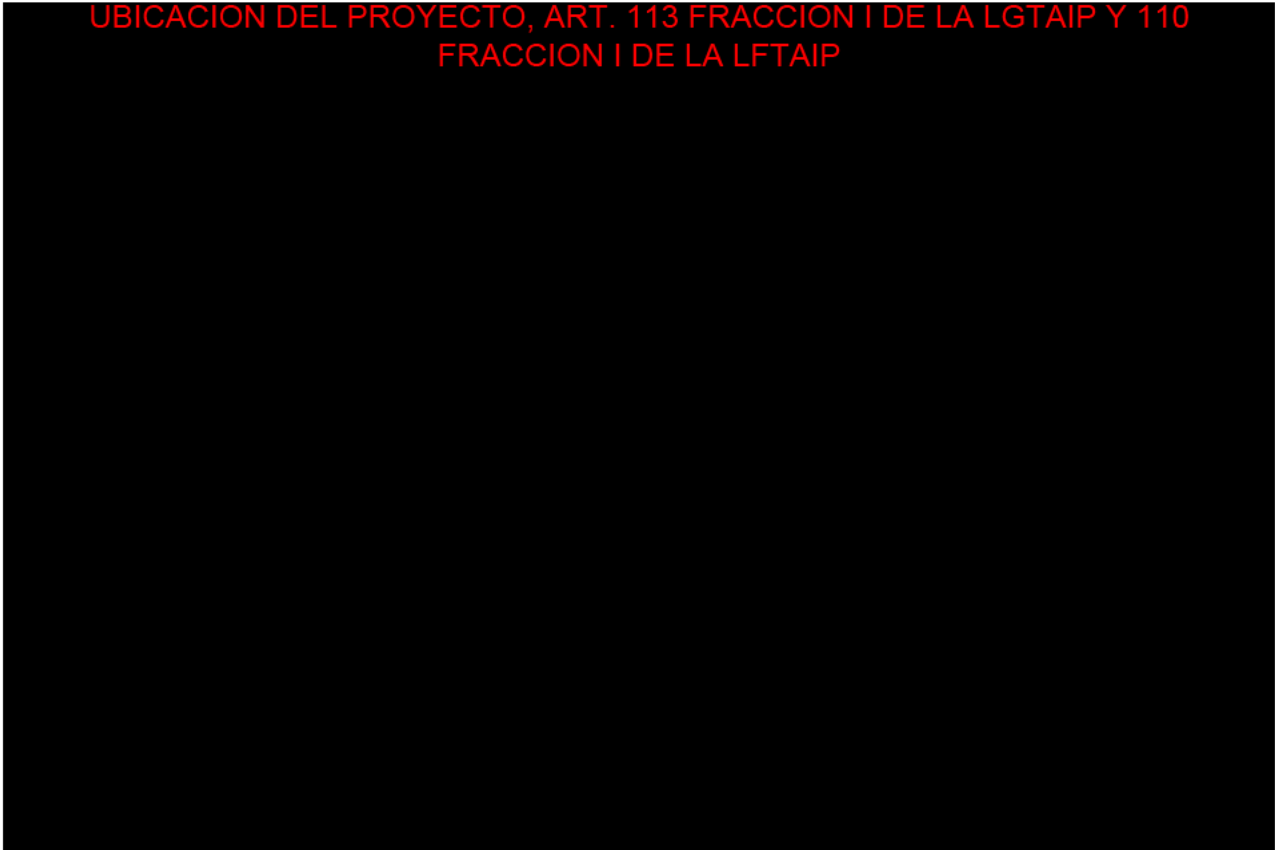
### Sequías

Una sequía se caracteriza por un prolongado período de tiempo anormalmente seco. Se presume que en la actualidad hay mayores sequías que antaño, muestra de los efectos del cambio climático. El riesgo de sequía para un municipio se determina mediante la vulnerabilidad ante la sequía y la probabilidad de presencia de ésta para el municipio.

De acuerdo con CENAPRED en la zona del proyecto y un radio de 500 metros se presenta un riesgo por sequía **Muy Bajo** como se aprecia en la siguiente figura.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 60 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCION I DE LA LFTAIP**



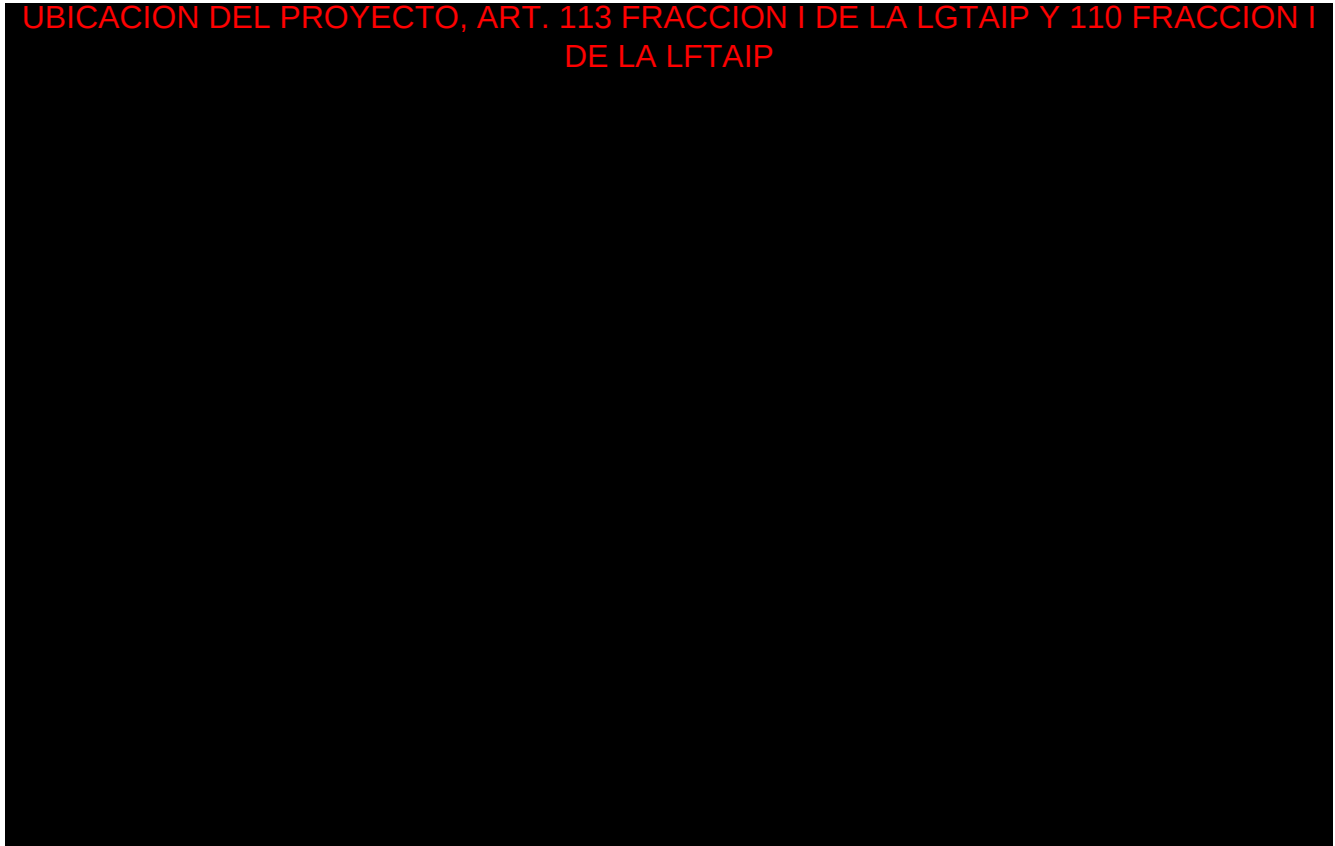
### **Heladas**

Las heladas son un fenómeno meteorológico característico de las regiones donde las oscilaciones de temperatura son grandes, especialmente en las zonas áridas y semiáridas o en lugares de gran altitud. Se define una helada como la disminución de la temperatura ambiente, al grado de igualar los ceros grados centígrados o incluso registrar temperaturas inferiores.

De acuerdo con el CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros el índice de riesgo por heladas es **Bajo**.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 61 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### **Tormentas eléctricas**

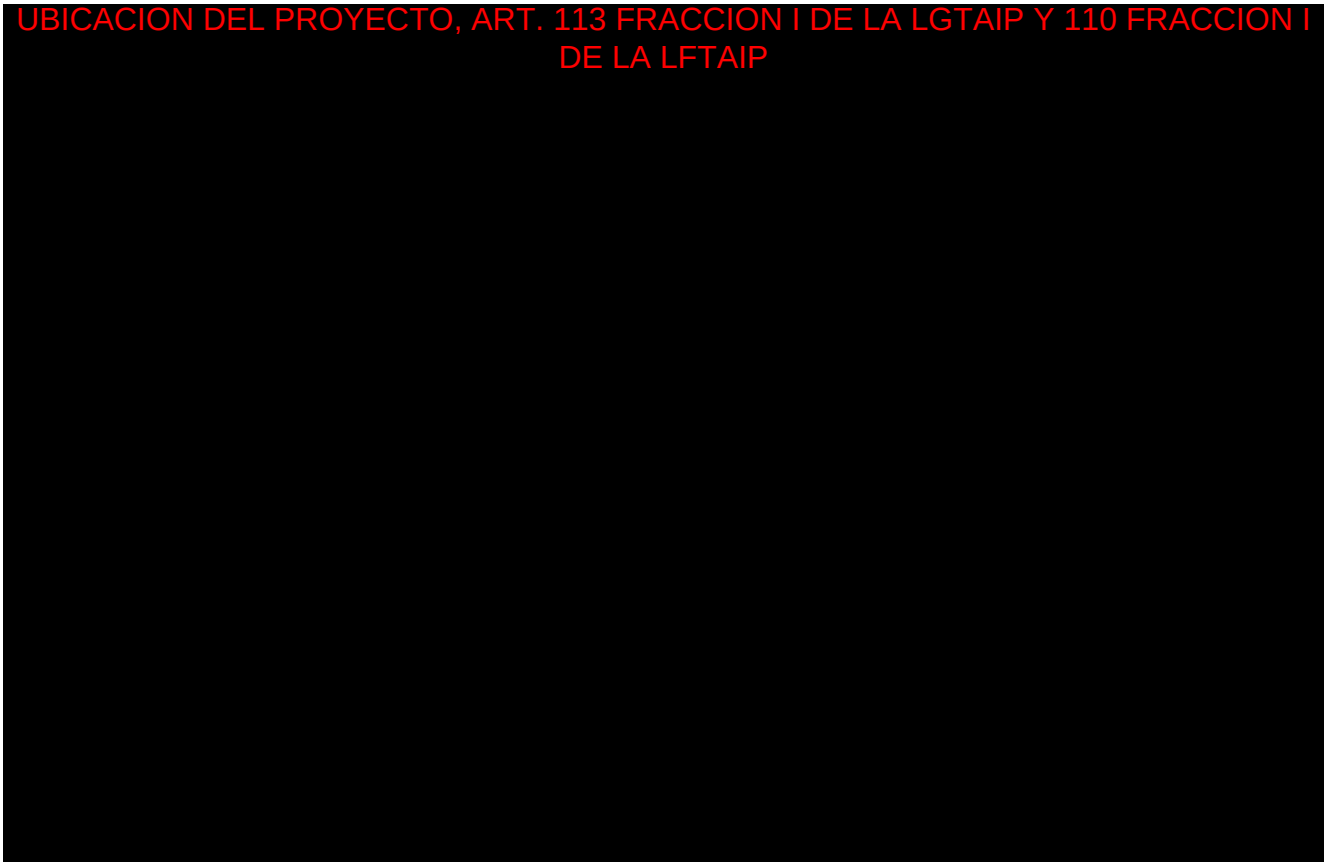
Una tormenta eléctrica es un tipo de tormenta que produce rayos y truenos las cuales pueden estar o no, acompañadas a menudo de fuertes lluvias.

Es un fenómeno meteorológico interesante y a menudo temido, debido a su peligrosidad y el ruido que provoca. Estas se traducen en lluvias intensas y abundantes que traen consigo truenos fuertes, pero de corta duración, después de los cuales se vislumbran los rayos o relámpagos.

De acuerdo con el CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros el riesgo por tormentas eléctricas es **Alto**.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 62 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



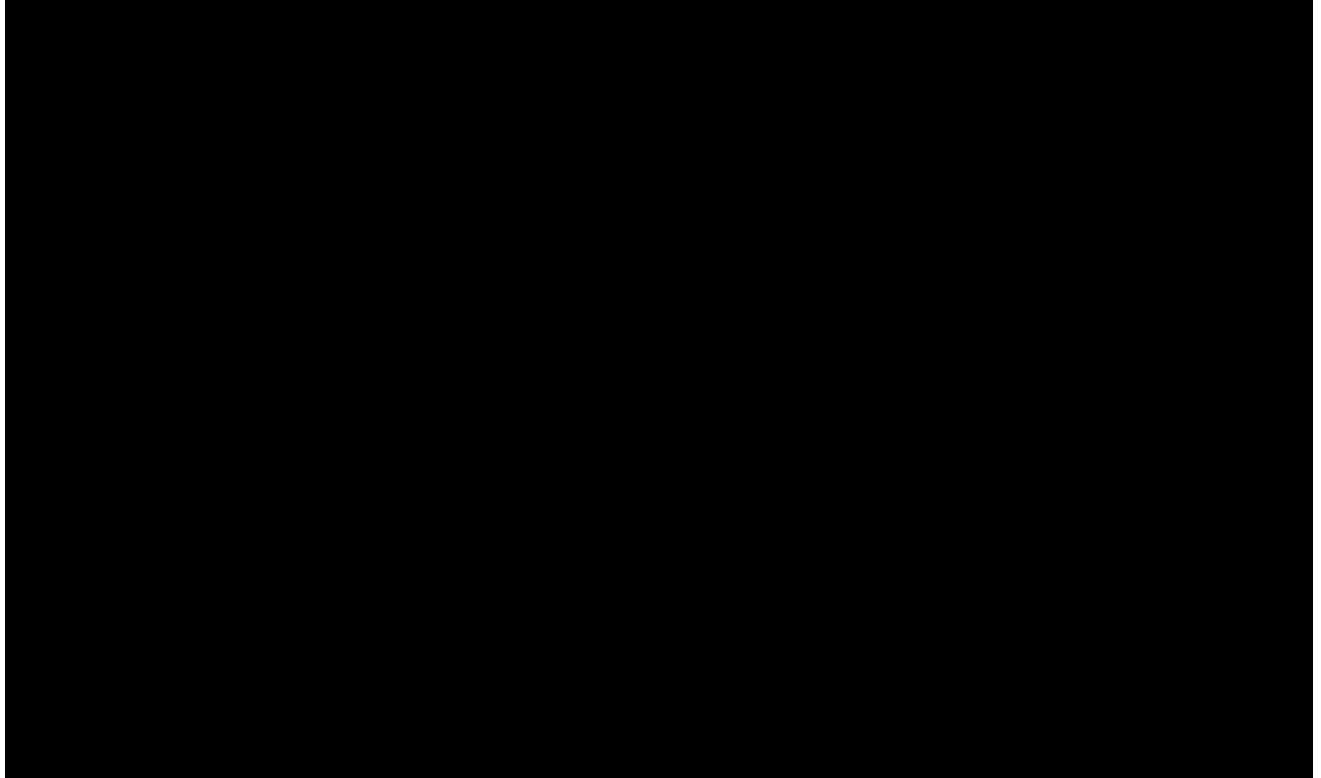
### Inundaciones

Las inundaciones se presentan como consecuencia de lluvias intensas en diferentes regiones del territorio nacional. Algunas se desarrollan durante varios días, pero otras pueden ser violentas e incontenibles en pocos minutos. Las fuertes lluvias generan tres peligros: las inundaciones, los torrentes y los deslaves.

De acuerdo con CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros se presenta un grado de riesgo por inundación de **Muy bajo**.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 63 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### Ciclones tropicales

Un ciclón tropical es un sistema giratorio, organizado por nubes y tormentas que se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y tiene un centro de circulación cerrado en los niveles bajos de la atmósfera.

De acuerdo con el CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros el riesgo por ciclones tropicales es **Bajo**.

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

La hidrografía es un factor muy importante en los fenómenos hidrometeorológicos, los cuales han predominado en el Estado de Coahuila a lo largo de la historia. Este tipo de fenómenos tienen la capacidad de ocasionar efectos negativos en las esferas ambiental, económica y social cuando se presentan de manera extraordinaria, sobre todo en sitios identificados de alto riesgo, cuyas poblaciones son especialmente vulnerables. La ubicación de asentamientos humanos con respecto de presas, ríos y arroyos hace latente la posibilidad de inundaciones por desbordamiento. Durante la temporada de lluvias, comprendida entre los meses de mayo y septiembre, se registran afectaciones tanto materiales como humanas, localidades sin servicios básicos e incomunicadas.

A continuación, se presenta una reseña histórica de fenómenos hidrometeorológicos que han impactado al Estado de Jalisco:

| Fenómenos hidrometeorológicos más destacados en Jalisco |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Año                                                     | Narrativa de principales acontecimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2020                                                    | En septiembre de 2020 fuerte lluvia dejó inundaciones en Guadalajara y Zapopan. De acuerdo al reporte de los bomberos, el paso a desnivel de 8 de Julio y Washington, fue cerrado a la circulación debido a que el agua subió 80 centímetros. El paso del nivel de Héroes Ferrocarrileros y Washington, también fue cerrado debido a que el nivel se elevó a 1.30 metros. |
| 2020                                                    | El 16 de agosto granizó sobre todo Zapopan debido a una tormenta que estuvo acompañada de una fuerte granizada, por lo que diversos puntos del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) se tiñeron de blanco, como la colonia Santa Isabel, en Zapopan, en donde quedó una densa capa de granizo de aproximadamente                                                        |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| Fenómenos hidrometeorológicos más destacados en Jalisco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Año                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Narrativa de principales acontecimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 30 centímetros de alto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | La intensidad de la tormenta del 15 de julio de 2020 se sintió después de las cinco de la tarde, cuando comenzó a subir el nivel del agua al saturarse las redes de drenaje. Generó importantes inundaciones, autos varados y hasta un niño que fue arrastrado por la corriente, pero que pudo ser atajado por vecinos de la colonia El Batán. |
| 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | En septiembre, fuertes lluvias ocasionan inundaciones en Zapopan y Guadalajara, Jalisco. Varios vehículos quedaron varados en las avenidas López Mateos y Mariano Otero, por los encharcamientos, mientras que casas de la colonia Carlos Rivera Aceves se inundaron.                                                                          |
| 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tormenta tropical Narda azotó con fuertes vientos, inundó las calles, desbordó arroyos y causó daños en algunas propiedades después de su paso sobre Puerto Vallarta. El municipio solicitó la declaratoria del Fondo de Desastres Naturales (Fonden).                                                                                         |
| 2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Por Fuertes lluvias e inundación el gobierno municipal de Zapopan realizó una solicitud de Declaratoria de Desastre Natural en colonias en la zona norte del territorio, de tal forma que fuera posible acceder a los recursos del Fonden                                                                                                      |
| 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tormenta Odile produce altos oleajes y cobra vidas en Puerto Vallarta                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | El 25 de octubre de 2002, el huracán de categoría 5 Kenna, que más tarde tocó tierra cerca de San Blas, en el vecino estado de Nayarit, dejó sentir su fuerza en Puerto Vallarta. Lluvia fuerte, con vientos de hasta 225 km/h, y enormes olas de hasta 5-6 metros de altura, azotó el Malecón y la costa de la ciudad.                        |
| 1975                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | En los primeros días de julio de 1975 “azotó” una tromba, causando muchos destrozos. la nota periodística destaca, sin embargo, los daños a varios automóviles que quedaron sepultados por la tierra en el estacionamiento del hotel Camino Real.                                                                                              |
| <b>Fuente:</b> <a href="https://traficozmq.com/2020/07/fuerte-tormenta-provoco-inundaciones-en-varias-zonas-de-la-zmq/">https://traficozmq.com/2020/07/fuerte-tormenta-provoco-inundaciones-en-varias-zonas-de-la-zmq/</a><br><a href="https://www.milenio.com/politica/gobierno/solicita-zapopan-declaratoria-desastre-natural-lluvia">https://www.milenio.com/politica/gobierno/solicita-zapopan-declaratoria-desastre-natural-lluvia</a><br><a href="https://www.zapopan.gob.mx/presenta-zapopan-documentacion-para-declaratoria-de-emergencia-para-el-municipio/">https://www.zapopan.gob.mx/presenta-zapopan-documentacion-para-declaratoria-de-emergencia-para-el-municipio/</a> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## Riesgos Geológicos

La Ley de Protección Civil, en su artículo 2 fracción XXIII, define a los Fenómenos Geológicos como un Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos. Los riesgos geológicos son los que causan mayores catástrofes naturales y con el fin de poder actuar de forma preventiva y minimizar el impacto de estos peligros tanto de las personas como de bienes, es necesario conocer su comportamiento y su distribución en el territorio.

Los riesgos geológicos se clasifican en tres grupos:

1. Los originados directamente por la dinámica de los procesos geológicos internos (volcanes, terremotos y tsunamis).
2. Los derivados directamente de la dinámica de los procesos geológicos externos (inundaciones y movimientos gravitacionales).
3. Los riesgos geológicos inducidos provocados por la intervención y modificación directa del ser humano sobre el medio geológico o la dinámica de diversos procesos geológicos naturales

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 66 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## Volcanes

Entre los grandes peligros naturales se encuentran diversas clases de fenómenos geológicos, entre ellos se incluyen erupciones volcánicas. A todo lo largo de la historia escrita las erupciones volcánicas han sido causa de números desastres, en los que el número de víctimas humanas ha sido grande y los daños a los bienes elevados. Por ello, los volcanes que hacen erupción cerca de ciudades representan una amenaza particularmente grave.

De acuerdo con el CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros **no se encuentra en volcanes activos**.

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

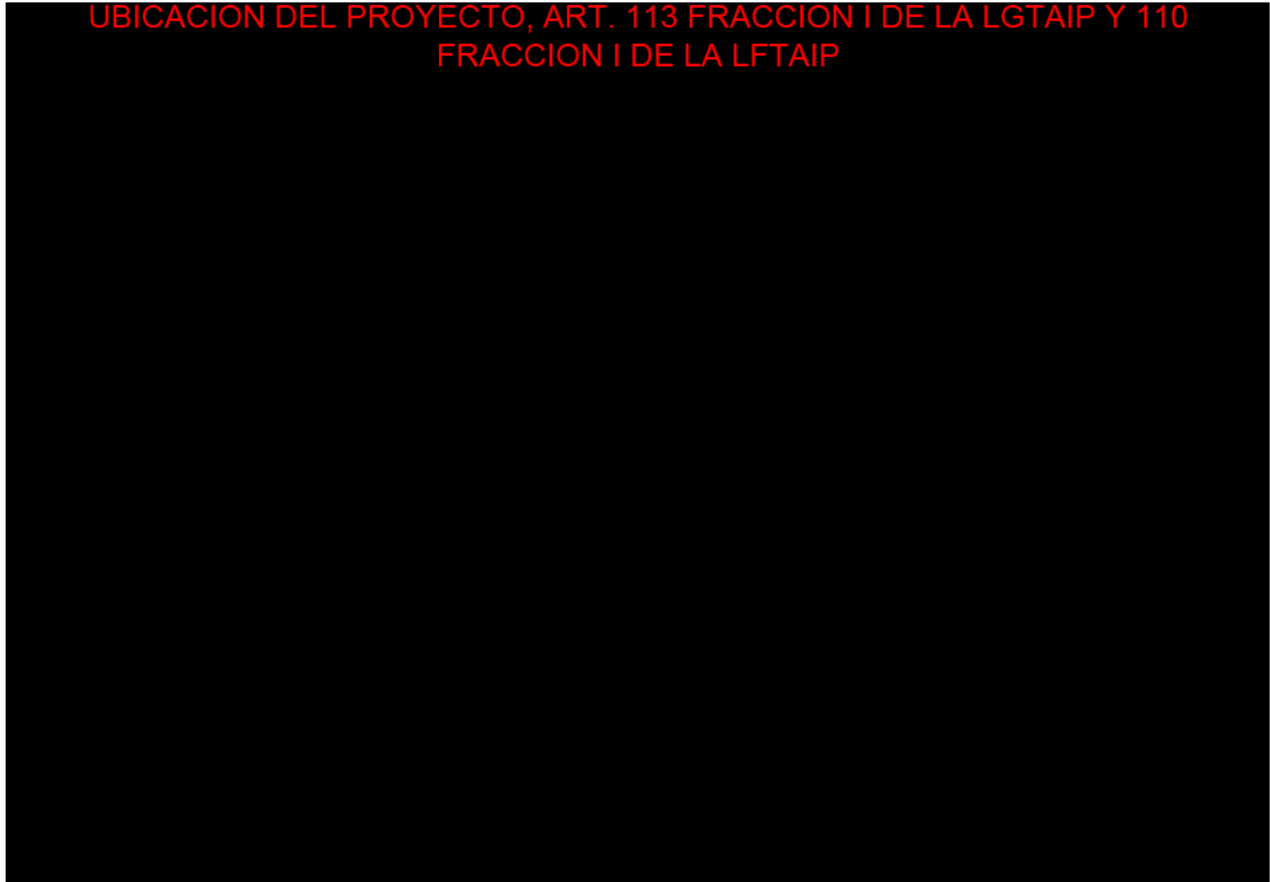
## Hundimientos

Un hundimiento se presenta cuando al interior de la corteza se ha producido la acción erosiva de las aguas subterráneas, y se va creando vacío, el cual termina por ceder ante el peso de la parte superior generando vibraciones conocidas como sismos. Su ocurrencia es poco frecuente y de poca extensión.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el sitio del proyecto y un radio de 500 metros **no se encuentra en zona susceptible de hundimientos y desplazamientos de laderas**.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 67 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCION I DE LA LFTAIP**



### **Tsunamis**

También conocido como maremoto, el tsunami es una secuencia de las olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto. La gran mayoría de los tsunamis se origina por sismos que ocurren en el contorno costero del océano pacífico, en la zona de hundimientos de los bordes de las placas tectónicas que constituyen las cortezas del fondo del mar.

De acuerdo con el CENAPRED, el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros **no se encuentra dentro de la zonificación de tsunamis.**

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP****Sismicidad**

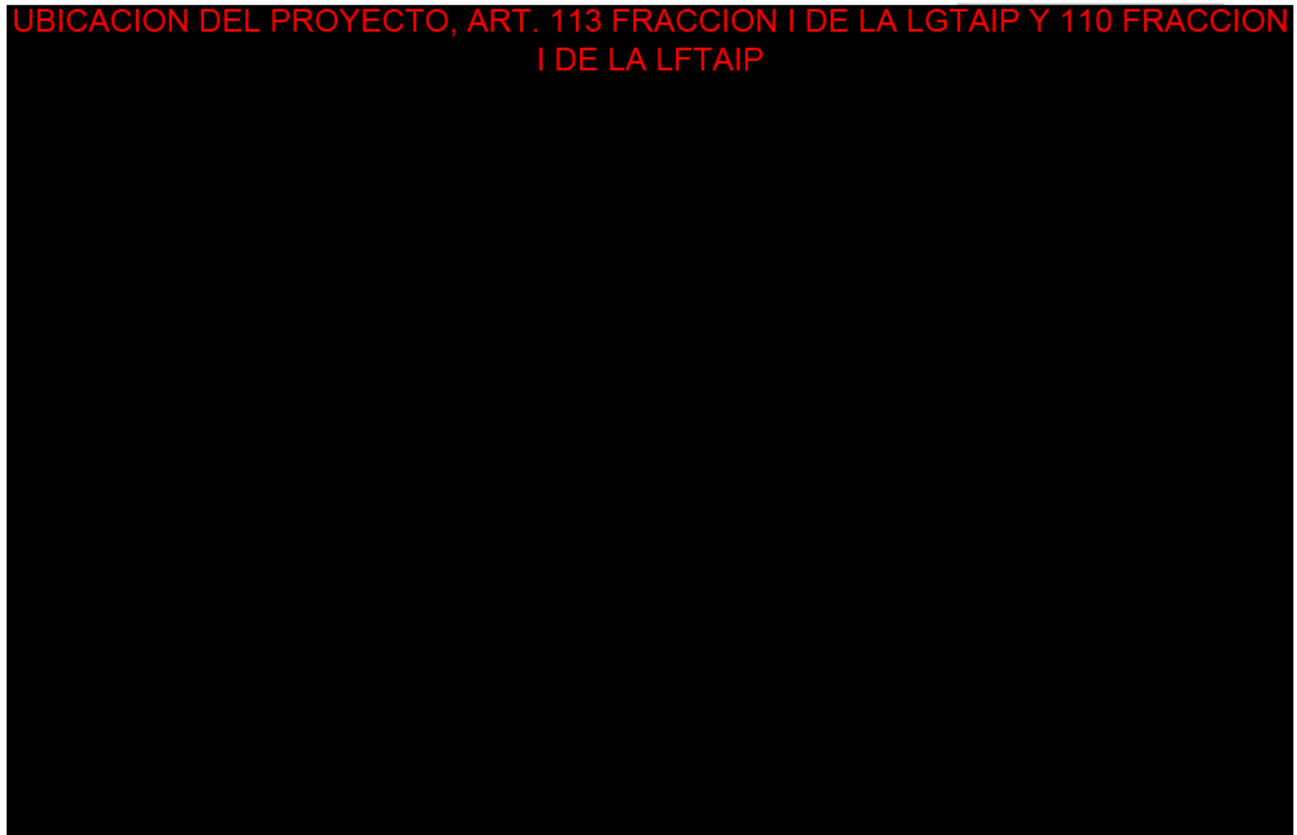
La República Mexicana se encuentra dividida en 4 zonas sísmicas (A; B; C; D).

- La zona **A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- Las zonas **B** y **C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- La zona **D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

El sitio del proyecto y en un radio de 500 metros se localizan en la **Zona C** donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 69 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



### Fallas

Una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura. Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas.

De acuerdo con el CENAPRED, en el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros **no existen fallas del tipo A, B o C** que pudieran afectar la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 70 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

## UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

### Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas

Para el siguiente historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas se consideró la información de los últimos 10 años (2011 a 2021) en Zapopan, Jalisco.

| Historial epidémico y endémico en Zapopan, Jalisco |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enfermedad                                         | Narrativa de principales causas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Enfermedades infecciosas del aparato respiratorio  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tuberculosis respiratoria                          | Es una enfermedad infecciosa crónica, causada por la bacteria <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , que se puede prevenir y curar si se trata de manera oportuna. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2014, 2015, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de tuberculosis respiratoria en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                                 |
| Otitis media aguda                                 | El diagnóstico de la otitis media aguda generalmente es clínico, basado en la presencia de dolor de comienzo agudo (dentro de las 48 horas), tumefacción de la membrana timpánica y, sobre todo en los niños, la presencia de signos de secreción timpánica en la otoscopia neumática. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2014, 2015, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de Otitis media aguda en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto. |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| Historial epidémico y endémico en Zapopan, Jalisco            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enfermedad                                                    | Narrativa de principales causas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Covid-19                                                      | Denominado inicialmente “nuevo coronavirus”, 2019-nCoV. Posteriormente como SARS-CoV-2. La enfermedad se denomina COVID-19. El coronavirus SARS-Cov-2 es un virus que apareció en China. Después se extendió a todos los continentes del mundo provocando una pandemia. Actualmente Europa y América son los más afectados. De acuerdo con la Secretaría de Salud de Jalisco al día 07 de febrero de 2021 se reportan un total de 72,392 casos confirmados en Jalisco.                                                                                                                                                                  |
| Enfermedades prevenibles por Vacunación                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Meningitis Tuberculosa                                        | La meningitis tuberculosa es causada por el <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . Esta es la bacteria que causa la tuberculosis (TB). La bacteria se disemina al cerebro y la columna desde otro lugar en el cuerpo, generalmente los pulmones. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2014, 2015, 2016 y 2020 se tuvo incidencia de Meningitis tuberculosa en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                   |
| Parotiditis Infecciosa                                        | Infección viral que afecta a las glándulas parótidas, glándulas salivales ubicadas debajo y en frente de las orejas. La enfermedad se contagia mediante la saliva infectada. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2015, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de Parotiditis Infecciosa en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                                                                                          |
| Hepatitis                                                     | La <b>hepatitis</b> viral es el tipo más común. Es causada por uno de varios tipos, los virus de la <b>hepatitis</b> A, B, C, D y E. En los Estados Unidos, A, B y C son los más comunes. La <b>hepatitis</b> alcohólica es causada por el consumo excesivo de alcohol. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2015 y 2020 se tuvo incidencia de Hepatitis en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                  |
| Enfermedades Infecciosas y Parasitarias del Aparato Digestivo |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Amebiasis Intestinal                                          | Infección parasitaria del colon provocada por la ameba <i>Entamoeba histolytica</i> . De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2015 y 2020 se tuvo incidencia de Amebiasis Intestinal en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Intoxicación alimentaria bacteriana                           | La intoxicación alimentaria es una enfermedad común que suele ser leve, pero, algunas veces, puede ser mortal. Ocurre cuando una persona come o bebe algo contaminado por bacterias o toxinas. Muy de vez en cuando, las toxinas de las sustancias químicas o los pesticidas también pueden causar intoxicación alimentaria. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2013, 2015, 2018, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de Intoxicación alimentaria bacteriana en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto. |
| Enfermedades Transmitidas por Vector                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dengue clásico                                                | El dengue leve ocasiona fiebre alta, erupción cutánea, y dolor muscular y articular. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2015, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de Dengue Clásico en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dengue hemorrágico                                            | Aquellos que se contagian por segunda vez con el virus del Dengue tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar la enfermedad de manera más grave. Los síntomas son fiebre alta, sarpullido y dolor en los músculos y las articulaciones. En los casos más graves puede haber hemorragia profusa y un shock, que pueden llevar a la muerte. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2015, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de Dengue hemorrágico en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto.    |
| Enfermedades bajo Vigilancia Sindromática                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Historial epidémico y endémico en Zapopan, Jalisco                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enfermedad                                                                                                                                                                                                                                          | Narrativa de principales causas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Infección de las Vías Urinarias                                                                                                                                                                                                                     | Las infecciones del tracto urinario son más comunes en las mujeres. Suelen producirse en la vejiga o la uretra, aunque las más serias afectan a los riñones. Una infección en la vejiga puede causar dolor pélvico, necesidad urgente de orinar, dolor mientras se orina y sangre en la orina. Una infección en los riñones puede causar dolor de espalda, náuseas, vómitos y fiebre. De acuerdo con el Boletín Semanal de Epidemiología, del sistema único de información para la vigilancia epidemiológica, en los años 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2019 y 2020 se tuvo incidencia de infección en las vías urinarias en la región sanitaria Centro Zapopan que es donde se ubica el proyecto. |
| <b>Fuente:</b> Elaborado con datos de la Secretaría de Salud del Estado de Jalisco (2021).<br><a href="https://ssi.jalisco.gob.mx/salud-publica/estadisticas-e-indicadores">https://ssi.jalisco.gob.mx/salud-publica/estadisticas-e-indicadores</a> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 5.3.1 PROYECTO

#### Zonas vulnerables de población

Tabla 5. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

| Tipo de zona vulnerable de población | Nombre de la zona vulnerable de población              | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Restaurante                          | Pollo Pepe - Carretera a Nogales                       | SE                              | 138                                          |
| Médico de medicina general           | VITANA Vínculos Terapéuticos con Animales y Naturaleza | S                               | 302                                          |
| Escuela de equitación                | Zanati Equestrian                                      | S                               | 348                                          |
| Recinto para eventos                 | El Bajío Hípico                                        | S                               | 350                                          |
| Mercado                              | Novasem                                                | E                               | 356                                          |
| Zona recreativa                      | O2 Sport                                               | O                               | 372                                          |
| Escuela                              | WALDORF DE GUADALAJARA                                 | SO                              | 427                                          |
| Hospedaje                            | Pensión Vallarta                                       | SE                              | 443                                          |
| Hotel                                | Hotel Nogales                                          | NE                              | 460                                          |
| Zona recreativa                      | Club Hípico Punto Arena                                | O                               | 461                                          |
| Colegio privado                      | Colegio Albert Camus                                   | SO                              | 487                                          |

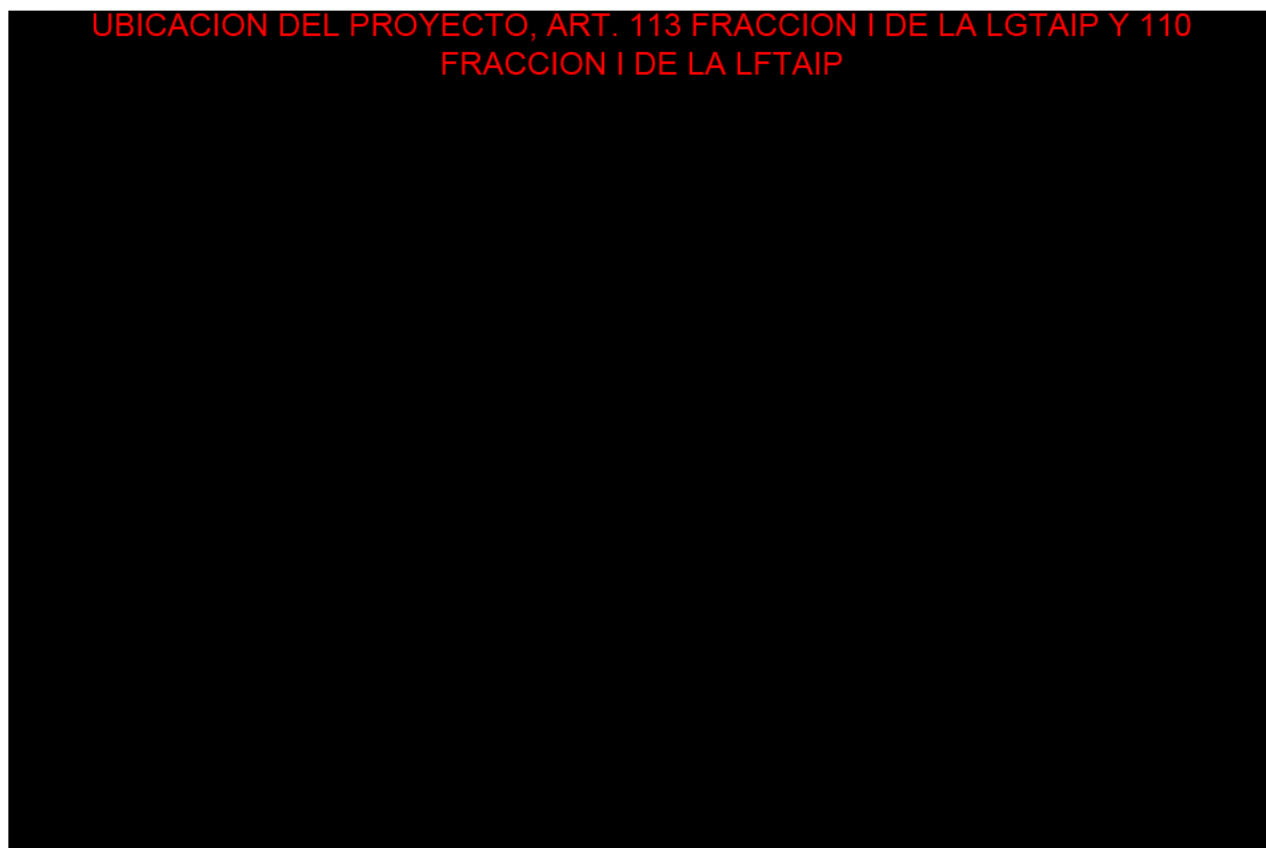
En relación con el **Uso de Suelo**, el sitio del proyecto, se trata de un terreno previamente impactado por actividades de uso comercial (tienda de conveniencia), así mismo, el terreno se encuentra en su totalidad con carpeta asfáltica, por lo que ha sufrido cambios en su cubierta vegetal debido a las actividades que ahí se han desarrollado. El área del proyecto cuenta con un **Dictamen de Trazo Usos y Destinos Específicos** con número de expediente **DTU-2021-0583** emitido por la Dirección de Ordenamiento del Territorio, **PROCEDENTE** a los usos: Industria Ligera y de Riesgo Bajo (I1),

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 73 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

comercios y servicios regionales (CS-R);

**Industria ligera y riesgo bajo; AU/I1 (16).**

*Usos y destinos permitidos: servicios centrales, servicios regionales, servicios a la industria y al comercio, espacios verdes, abiertos y recreativos centrales.*



## Componentes ambientales

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

| Tipo de componente ambiental | Nombre                    | Descripción breve                                                                                                                                                    | Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)        | Distancia a la Instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Cuenca                       | R. Santiago - Guadalajara | Está integrada por 10 subcuencas y 38 municipios de los cuales tres pertenecen al estado de Zacatecas y 35 al de Jalisco. En ella habitan más de 4'880,264 personas. | Dentro de todo el radio de los 500 mts. | -Dentro de todo el radio de los 500 mts      |
| Subcuenca                    | R. Verde – P. Santa Rosa  | Se ubica en la Meso Región Hidrológica                                                                                                                               | Dentro de todo el radio de los 500      | Dentro de todo el radio de los 500 mts.      |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 74 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

| Tipo de componente ambiental | Nombre | Descripción breve                                                                                              | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la Instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|                              |        | Centro Occidente, en la Región Hidrológica R12 “Lerma-Santiago”. Pertenece al Consejo de Cuencas Río Santiago. | mts.                            |                                              |

Con respecto al sitio del proyecto y un radio de 500 metros no se observa cuerpos de agua, corrientes de agua, canales ni líneas centrales, sin embargo, el proyecto se encuentra dentro de la Cuenca Río Santiago – Guadalajara y en la Subcuenca Río Verde – Presa Santa Rosa.

### UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

#### Proximidades con Infraestructura

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

| Tipo de infraestructura | Nombre/Descripción | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la Instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Via férrea              | Via férrea         | NO                              | 346                                          |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| Tipo de infraestructura   | Nombre/Descripción                                               | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la Instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Vialidad publica          | Av. Vallarta Eje Poniente                                        | N                               | 15                                           |
| Carretera                 | Carretera Guadalajara-Tepic.                                     | NE                              | 30                                           |
| Tienda                    | Fibaro Experience Center                                         | NO                              | 34                                           |
| Empresa                   | Bimbo                                                            | N                               | 78                                           |
| Tienda                    | Aceros Murillo   Zapopan, Jalisco                                | SE                              | 78                                           |
| Empresa                   | NH FOODS MEXICANA, S.A. DE C.V.                                  | NO                              | 86                                           |
| Tienda                    | Selectrucks Jiménez Autocamiones                                 | NO                              | 117                                          |
| Banco                     | Grupo Financiero Banorte Corresponsal Zapopan Jalisco Base Aérea | E                               | 125                                          |
| Tienda                    | OXXO                                                             | SE                              | 162                                          |
| Fabrica                   | Industrias Cabrera S.A. de C.V.                                  | N                               | 173                                          |
| Gasolinera                | Gasolinera Pemex E03057                                          | E                               | 178                                          |
| Tienda                    | Marinela                                                         | NE                              | 187                                          |
| Servicio de embarque      | Super Vet                                                        | E                               | 212                                          |
| Comercio                  | Jiménez Autocamiones, S.A. De C.V.                               | NO                              | 244                                          |
| Gasolinera                | Gasolinera Pemex                                                 | NO                              | 255                                          |
| Tienda de ultramarinos    | Seven eleven                                                     | NO                              | 294                                          |
| Estacionamiento           | Estacionamiento Vallarta                                         | SE                              | 303                                          |
| Concesionario de camiones | Kenworth de Jalisco Matriz                                       | NO                              | 309                                          |
| Fabrica                   | Frozen de México S.A. de C.V.                                    | S                               | 309                                          |
| Gasolinera                | Central Zapopan                                                  | E                               | 321                                          |
| Base Militar              | Base Aérea                                                       | NE                              | 330                                          |
| Oficinas                  | Bascula pública                                                  | NO                              | 359                                          |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

| Tipo de infraestructura  | Nombre/Descripción                                      | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la Instalación/Proyecto/Pozo (m) |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Imprenta                 | Comunicación Impresa de Guadalajara, S.A. de C.V.       | S                               | 361                                          |
| Empresa                  | Jaguar                                                  | E                               | 374                                          |
| Fábrica                  | Maderera Santa Fe                                       | SE                              | 380                                          |
| Concesionario            | Tractocamiones de Jalisco                               | NO                              | 386                                          |
| Agencia                  | Dtc Soluciones S.A. de C.V.                             | O                               | 406                                          |
| Proveedor de Materiales  | Promapesa (Proveedora de Materiales Peña, S.A. de C.V.) | NO                              | 410                                          |
| Servicio de distribución | DTC Ecoenergía                                          | O                               | 412                                          |
| Empresa                  | Grainger S.A de C.V.                                    | NE                              | 438                                          |
| Empresa                  | Taller De Laminado Y Pintura Daosa Nissan               | N                               | 444                                          |
| Empresa                  | Grupo Tenerife Forestal                                 | O                               | 448                                          |
| Fabrica                  | CalderUTC Rail                                          | NE                              | 450                                          |
| Carpintería              | CADIJAL S.A. de C.V.                                    | NO                              | 463                                          |
| Concesionario            | ISUZU GUADALAJARA                                       | NO                              | 465                                          |
| Empresa                  | Grupo Quimisor, S.A. De C.V.                            | N                               | 481                                          |

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP****Uso de suelo**

La información de uso de suelo y vegetación es útil para conocer el estado actual en que se encuentran los diferentes tipos vegetación, además de que proporciona información básica para la enseñanza e investigación sobre los recursos naturales. De acuerdo con el INEGI y la “Cartas de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI; Edición:2017”, el uso de suelo identificado en el sitio del proyecto y en un radio de 500 metros es el siguiente: Asentamientos Humanos.

**UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**

Tabla 8. Uso de suelo para un radio de 500 metros.

| Localización                                                  | Tipo de uso de suelo  | Descripción                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| En el sitio del proyecto y dentro del radio de los 500 metros | Asentamientos Humanos | Es el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. |

## 5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

### 5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

#### 5.4.1.1 ANALISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

La identificación de Peligros implica la revisión sistemática del sistema bajo estudio con el objetivo de identificar los peligros que se encuentran presentes, así como las formas en las que esos peligros pueden salirse de control, dando lugar a posibles escenarios de riesgo.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 79 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

Algunos ejemplos de metodologías se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros**

| Tipo                                            | Nombre                             |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros | Identificación de Peligros (Hazop) |
|                                                 | Lista de verificación              |
|                                                 | Revisión de seguridad              |

Se consideró la metodología “**Lista de Verificación**”, para la identificación exhaustiva de Peligros, que servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

### **Lista de verificación**

Un Análisis Lista de verificación usa una lista de puntos de un procedimiento para verificar el estado de un sistema. Las listas de verificación varían ampliamente su nivel de detalle y son frecuentemente usadas para indicar el cumplimiento con estándares y políticas. El Análisis Lista de verificación es fácil de usar y puede ser aplicado a cualquier etapa del tiempo de vida de un proceso.

Una lista de verificación detallada provee las bases para una evaluación estándar de los peligros de un proceso. Puede ser tan extenso como necesario para satisfacer una situación específica, pero debe ser aplicada rigurosamente para identificar problemas que requieren mayor atención. Las listas de verificación de peligros genéricas son frecuentemente combinadas con otras metodologías de evaluación de riesgos para evaluar situaciones peligrosas. Frecuentemente, las listas de verificación son creadas por simple organización de la información a partir de códigos, estándares y regulaciones.

Utiliza una relación de temas o puntos específicos para verificar el estado de un sistema con una referencia externa, identifica tipos de riesgos conocidos, deficiencias de diseño y situaciones potenciales de accidentes asociados con el proceso y su operación común. Esta técnica también puede utilizarse para evaluar materiales, equipos o procedimientos.

Las listas de verificación tradicionales son usadas primeramente para asegurar que las organizaciones están cumpliendo con prácticas estándares. En algunos casos, los análisis usan más de una lista de verificación general en combinación con otros métodos de evaluación de riesgos para descubrir peligros comunes que las listas de verificación podrían omitir.

Para crear una lista de verificación tradicional; el analista define el estándar de diseño o las prácticas de operación, y las utiliza para generar una lista de preguntas basadas en deficiencias o diferencias. Una lista de verificación completa contiene “sí”, “no”, “no aplica” o “necesita más información” como respuestas a las preguntas. Los resultados cualitativos varían con la situación específica, pero generalmente pueden llevar a una decisión de “sí” o “no” acerca del cumplimiento con los procedimientos estándares. Además, el conocimiento de estas deficiencias generalmente lleva a desarrollar fácilmente una lista de alternativas de posibles mejoras de seguridad a considerar por los directivos.

### **Aplicación de la Técnica**

La metodología Análisis Lista de verificación comúnmente se utiliza en las siguientes etapas de la vida

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página <b>80</b> de <b>155</b> |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                                |

de un proyecto: diseño conceptual, operación de la planta piloto, ingeniería de detalle, construcción y arranque, operación de rutina, expansión o modificación y desmantelamiento.

En el Análisis Lista de verificación el analista utiliza una lista de puntos específicos para identificar los peligros, designar deficiencias y accidentes potenciales asociados con equipo de proceso y operaciones. La metodología de Análisis Lista de verificación puede ser usada para evaluar materiales, equipo o procedimientos. Las listas de verificación son mayormente utilizadas para evaluar diseños específicos con los cuales una compañía o industria tiene una experiencia significativa, pero también pueden ser usadas en las etapas tempranas de desarrollo de un proceso nuevo para la identificación y eliminación de peligros que hayan sido reconocidos a través de los años en sistemas similares.

El uso apropiado de una lista de verificación podría generalmente asegurar que una pieza de equipo cumple con estándares aceptados y puede también identificar áreas que requieren mayor evaluación.

### **Resultados de la metodología:**

En el **Anexo I** se adjuntan los resultados obtenidos de la Lista de Verificación.

#### **5.4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES**

El Gas Natural Comprimido (GNC): Gas Natural que ha sido presurizado y acondicionado para su posterior almacenamiento, distribución o expendio.

El gas natural vehicular (GNV) es gas natural comprimido para hacer posible su empleo en el sector transporte. Siendo el gas natural más liviano que el aire y que otros combustibles gaseosos, su almacenamiento y empleo en el transporte demanda cilindros y equipos de diseño especial.

Los vehículos que operan con gas natural son más seguros que los que operan con combustibles tradicionales tal como es el caso de la gasolina. En otros países muchos empresarios de transporte escolar eligen el gas natural para sus buses escolares porque el gas natural vehicular, a diferencia de la gasolina, se disipa a la atmósfera en el evento de un accidente. La gasolina se empoza en el suelo, creando un riesgo de incendio.

En los Estados Unidos se efectuó un estudio sobre más de 8.000 vehículos, que recorrieron en forma acumulativa aproximadamente 459 millones de kilómetros, desde el año 1987 hasta 1990 (el estudio más reciente a la fecha). Este estudio encontró que la tasa de lesiones para Vehículos a GNV por vehículo y kilómetro recorrido fue 37 % más baja que la tasa para vehículos de flota a gasolina. Además de la tasa de lesiones más baja, no se registraron muertes en el caso de los Vehículos a GNV considerados en el estudio.

Existen dos razones fundamentales para este excelente récord de seguridad de los Vehículos a GNV: la integridad estructural del sistema de combustible de los Vehículos a GNV y las características físicas del gas natural como combustible.

Los cilindros de almacenamiento de combustible usados en los Vehículos a GNV son mucho más resistentes que los estanques de gasolina. El diseño de los cilindros de los Vehículos a GNV exige

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 81 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

que se sometan a una serie de ensayos de resistencia y tracción exigidas por las normativas de seguridad, tales como extremas variaciones de temperatura y presión, resistencia al impacto de armas de fuego, colisiones y fuego.

Si bien los cilindros de almacenamiento del combustible son más fuertes que los estanques de gasolina, el material compuesto que se usa para revestir los estanques es fundamentalmente más susceptible a daño físico que los metales bajo condiciones de exigencias severas. Por este motivo los materiales compuestos de los cilindros de los Vehículos a GNV deben siempre ser manejados y protegidos adecuadamente. Los eventos relacionados con la ruptura de cilindros de gas natural mostraron que había alguna forma de ataque químico o daño físico al revestimiento de material compuesto del cilindro.

Los sistemas de combustible de los Vehículos a GNV son "sellados", lo que impide cualquier derrame o pérdidas por evaporación. Aunque ocurriera una fuga en un sistema de combustible de un Vehículos a GNV, el gas natural se disipará a la atmósfera porque es más liviano que el aire.

El gas natural tiene una temperatura de ignición alta, alrededor de 650 grados Celsius, comparado con alrededor de 350 grados Celsius de la gasolina. También tiene un rango estrecho de inflamabilidad; eso es, en concentraciones en el aire inferiores a alrededor de 5 % y superiores a alrededor de 15 %, el gas natural no se inflama. La temperatura alta de ignición y el rango limitados de inflamabilidad del gas natural hacen que sea poco probable una ignición o combustión accidental. El gas natural no es tóxico o corrosivo y no contaminará el agua subterránea. La combustión del gas natural no produce cantidades significativas de aldehídos u otras toxinas aéreas, las que son motivo de preocupación con la gasolina y algunos otros combustibles alternativos.

El sistema de suministro de gas natural tiene también un excelente - y demostrado - récord de seguridad. Los Vehículos a GNV usan la misma energía que ha calefaccionado casas y cocinado alimentos en forma segura y cómoda durante más de 100 años alrededor del mundo.

A pesar de lo anterior, durante la puesta en marcha y la operación de los sistemas de expendio de gas natural se han producido algunos accidentes relacionados con la alta presión que se maneja.

Por otra parte, durante Operación y Mantenimiento de Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V., los contratistas están obligados a desarrollar e implementar un plan de seguridad detallado que es revisado y aprobado por el promovente antes de la construcción.

El plan describe todas las áreas de riesgo potencial, requiere de procedimientos escritos y auditorías regulares para garantizar el cumplimiento.

Los registros de operaciones seguras del manejo de gas natural son superiores en comparación con compañías similares de la industria (generación eléctrica–manejo de combustible OSHA) en varios órdenes de magnitud.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página <b>82</b> de <b>155</b> |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                                |

Los sistemas de seguridad diseñados en el proceso minimizan potencialmente la presencia de incidentes mayores durante las operaciones.

Los riesgos inherentes al uso del gas natural son mitigados utilizando recursos de seguridad avanzados y un programa gerencial probado de salud y seguridad.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 83 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

| No. | Año  | Ciudad y/o País       | Instalación                   | Sustancia (s) Involucrada (s) | Evento               | Causa (s) del accidente e incidente                                                                                                                                                                                | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)                                                                                                               | Acciones realizadas para su atención                                                                                                                                                        | Fuente Consultada                                                                                                                                                                         |
|-----|------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2020 | Anzoátegui, Venezuela | Estación de Servicio          | Gas Natural                   | Explosión            | Por la situación económica del país, un conductor tuvo la idea de adaptar a su auto Toyota Starlet una bombona de gas doméstico para recargar gas natural el cual no soportó la presión del combustible y estalló. | El conductor sufrió golpes en el cráneo y hubo varios heridos de gravedad, los cuales fueron trasladados de inmediato a los centros de salud más cercanos para su evaluación médica. | Autoridades acudieron al sitio del accidente. Gobierno recomienda a los ciudadanos no realizar este tipo de prácticas.                                                                      | Noticias Ahora<br><a href="https://www.noticiasahora.com/explosio-n-carro-estacion-servicio-anzoategui/">https://www.noticiasahora.com/explosio-n-carro-estacion-servicio-anzoategui/</a> |
| 2   | 2017 | Altamira, Tamaulipas  | Estación de compresión        | Gas Natural                   | Incendio y Explosión | Se efectuó una fuga de gas natural en la Estación de Compresión de Pemex, en Altamira Tamaulipas.                                                                                                                  | Una mujer sufre crisis nerviosa                                                                                                                                                      | Se combatió el incendio por personal de emergencia de Pemex, en colaboración con bomberos de la ciudad y personal de protección civil. Traslado de mujer a clínica, evacuación de personas. | Periódico Excelsior<br><a href="https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/12/27/1210204">https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/12/27/1210204</a>                                    |
| 3   | 2017 | Morelos               | Tráiler de transporte de GNC. | Gas Natural                   | Explosión            | Tráiler que transportaba casi 40 mil litros de gas natural comprimido en 130 cilindros de 300 litros se impactó contra muro de contención.                                                                         | Conductor desaparecido                                                                                                                                                               | Bomberos de Cuernavaca y la zona industrial de CIVAC acudieron a controlar la explosión y más de 80 familias del Fraccionamiento aledaño.                                                   | Periódico Excelsior<br><a href="https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/12/20/1208815">https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/12/20/1208815</a>                                    |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 84 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

|   |      |                        |                                       |             |           |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|------|------------------------|---------------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 2017 | Río de Janeiro         | Automóvil                             | Gas Natural | Explosión | Debido a una acumulación de presión dentro del cilindro de gas del automóvil, se efectuó una explosión al momento del llenado de combustible. | Muerte de una persona y 3 resultaron heridas.                                                                                                                     | La emergencia fue atendida por el cuerpo de bomberos de Río de Janeiro.                                                                                                                                                      | Aristegui noticias<br><a href="https://aristeginoticias.com/1404/mundo/coche-explota-mientras-carga-gasolina-en-rio-de-janeiro-video/">https://aristeginoticias.com/1404/mundo/coche-explota-mientras-carga-gasolina-en-rio-de-janeiro-video/</a>     |
| 5 | 2016 | Barranquilla, Colombia | Compresor de una estación de servicio | Gas Natural | Explosión | Se atribuye a una posible “mala manipulación”.                                                                                                | Muertes de cuatro personas y heridas a cuatro.                                                                                                                    | La emergencia fue atendida por dos máquinas del Cuerpo de Bomberos y funcionarios de la Secretaría distrital de Prevención y Desastres.                                                                                      | El Heraldo<br><a href="https://www.elheraldoco.co/judicial/se-registra-fuerte-explosion-en-estacion-de-gas-en-la-cordialidad-285041">https://www.elheraldoco.co/judicial/se-registra-fuerte-explosion-en-estacion-de-gas-en-la-cordialidad-285041</a> |
| 6 | 2008 | México/Querétaro       | Gasoducto                             | Gas Natural | Explosión | Dos trabajadores de la empresa española OHL realizaban obras del proyecto Circuito Exterior Mexiquense y golpean ducto.                       | Dos personas resultaron con quemaduras de tercer grado, al menos 5 mil fueron desalojadas como medida preventiva y la autopista estuvo cerrada casi cuatro horas. | Arribaron bomberos al área.                                                                                                                                                                                                  | La jornada<br><a href="https://www.jornada.com.mx/2010/12/20/politica/007n2pol">https://www.jornada.com.mx/2010/12/20/politica/007n2pol</a>                                                                                                           |
| 7 | 2007 | Guanajuato             | Gasoducto                             | Gas Natural | Explosión | Se ignoran las causas de estos hechos                                                                                                         | No hubo lesionados ni se reportaron pérdidas humanas por las contingencias. Cinco mil personas fueron desalojadas de las zonas de riesgo.                         | Se activaron los esquemas de seguridad para bloquear el paso del combustible y fue conveniente la quema de carburantes, gas natural y gas licuado, que permanecían en la red, por lo que, no se recurrió a sofocar el fuego. | El siglo de Torreón<br><a href="https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/284828.html">https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/284828.html</a>                                                                                                  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 85 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

|   |      |          |           |             |           |                                                                  |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                    |
|---|------|----------|-----------|-------------|-----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | 2007 | Veracruz | Gasoducto | Gas Natural | Explosión | Sabotaje en el gasoducto por el ejército popular revolucionario. | No hubo lesionados ni se reportaron pérdidas humanas por las contingencias. | <p>Más de 24 mil personas fueron evacuadas por brigadistas y elementos de la Secretaría de la Defensa Nacional en todos los puntos afectados. Se desalojaron localidades enteras.</p> <p>La Policía Federal Preventiva dispuso de un operativo para desviar el tráfico hacia la carretera federal Veracruz-Tamarindo-Jalapa.</p> <p>Petróleos Mexicanos y el gobierno del estado informaron que los incendios se encuentran controlados y que se extinguirán en la medida en que se consuma el combustible liberado y los remanentes que quedaron tras interrumpir el flujo en los ductos averiados.</p> | <p>La Jornada</p> <p><a href="https://www.jornada.com.mx/2007/09/11/index.php?section=politica&amp;article=003n1pol">https://www.jornada.com.mx/2007/09/11/index.php?section=politica&amp;article=003n1pol</a></p> |
|---|------|----------|-----------|-------------|-----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Estadísticas de accidentes en México

El Instituto Nacional de Ecología (I.N.E.) a través del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA) supervisado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), clasificó las sustancias involucradas con mayor número de accidentes en distintos procesos que se realizan en México, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Sustancias de mayor índice de accidentes**

| Nombre de la sustancia | % de Accidentes |
|------------------------|-----------------|
| Petróleo crudo         | 42.08           |
| Gasolina               | 7.83            |
| Diésel                 | 6.80            |
| Combustóleo            | 5.39            |
| Amoniaco               | 4.05            |
| Gas L.P.               | 3.19            |
| Gas natural            | 2.30            |
| Aceites                | 2.27            |
| Ácido sulfúrico        | 2.26            |
| Solventes orgánicos    | 1.09            |
| Otras sustancias       | 27.21           |

### 5.4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

#### Metodologías de identificación y jerarquización

Básicamente, existen dos tipos de métodos para la realización de análisis de riesgos: los métodos semicualitativos y los métodos cualitativos (Molina, 2011). Los métodos semicualitativos introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso y se denominan métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación con base en una serie de índices que cuantifican daños (índices de riesgo). Los métodos cualitativos se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos y pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.

Por otra parte, Gould (2000) manifiesta que dentro de las técnicas de identificación de riesgo se encuentran los métodos comparativos y los generalizados cuyas particularidades se describen a continuación.

#### Métodos comparativos.

Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes: manuales técnicos o códigos y normas de diseño, listas de comprobación o "Safety check lists", análisis histórico de accidentes, análisis preliminar de riesgos o PHA.

#### Métodos generalizados.

Los métodos generalizados de análisis de riesgos se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico deductivo que los métodos comparativos.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 87 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.

Existen varios métodos generalizados. Los más importantes son: ¿análisis “What if...?”, análisis funcional de operabilidad, Hazop (Hazard and Operability Analysis), análisis de árbol de fallos FTA (Fault Tree Analysis), análisis de árbol de sucesos ETA (Event Tree Analysis), análisis modo y efecto de los fallos FMEA (Failure Mode Effects Analysis).

Los puntos de riesgo de una instalación se enfocan a todas aquellas áreas de operación que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión, incendio o toxicidad, los pasos más comunes para llevar a cabo una identificación y jerarquización de riesgos son:

- a) Selección de la técnica de identificación de riesgos.
- b) Análisis y evaluación de riesgos.
- c) Jerarquización de riesgos.
- d) Análisis de consecuencias.

### **Métodos de identificación de riesgos**

La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos desarrollados, 1995.

Asimismo se consideraron criterios para la identificación de riesgos como: tipo de resultado requerido (lista de problemas / accidentes y lista de acciones); información con que se cuenta del proceso (experiencia similar, diagramas de la instalación, historial operativo “en instalaciones similares”) características del problema (operación simple, proceso mecánico, operación continua, peligro de inflamabilidad, explosividad y toxicidad, situación falla aislada, accidentes proceso fuera de control); riesgo percibido e historia (amplia experiencia, historial de accidentes actualizado, riesgo percibido medio).

El procedimiento DG-SASIPA-SI-02741 Rev. 3 “Guía para Realizar Análisis De Riesgos” señala que la identificación de riesgos se puede llevar a cabo mediante las siguientes metodologías de acuerdo con criterios que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 11. Tipo de las metodologías de acuerdo con la etapa del proyecto.

| MÉTODO DE ANÁLISIS DE RIESGOS    |                       |               |                                      |      |       |     |     |    |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|------|-------|-----|-----|----|
| Etapa de desarrollo del proyecto | Lista de verificación | ¿Qué pasa si? | ¿Qué pasa si? /Lista de verificación | FMEA | HAZOP | AAE | AAF | AC |
| Investigación y desarrollo       |                       | ✓             | ✓                                    |      |       |     |     |    |
| Diseño conceptual                | ✓                     | ✓             | ✓                                    |      |       |     |     |    |
| Operación de planta piloto       | ✓                     | ✓             | ✓                                    | ✓    | ✓     | ✓   | ✓   | ✓  |
| Ingeniería de detalle            | ✓                     | ✓             | ✓                                    | ✓    | ✓     | ✓   | ✓   | ✓  |
| Construcción y arranque          | ✓                     | ✓             | ✓                                    |      | ✓     |     |     |    |
| Operación rutinaria              | ✓                     | ✓             | ✓                                    | ✓    | ✓     | ✓   | ✓   | ✓  |
| Expansión o modificación         | ✓                     | ✓             | ✓                                    | ✓    | ✓     | ✓   | ✓   | ✓  |
| Desmantelamiento                 | ✓                     | ✓             | ✓                                    |      |       |     |     |    |
| Investigación de accidentes      | ✓                     |               |                                      | ✓    | ✓     | ✓   | ✓   | ✓  |

## Hazop

Para la identificación de riesgos, se empleó la técnica conocida como Hazop (Hazard and Operability Study). El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

El método surgió en el año de 1963 en la compañía Imperial Chemical Industries, ICI, que utilizaba técnicas de análisis crítico en otras áreas. Posteriormente, se generalizó y formalizó, y actualmente es una de las herramientas más utilizadas internacionalmente en la identificación de riesgos en una instalación industrial.

El HAZOP, permite un análisis sistemático de las desviaciones (por lo general involuntarias), que pueden producirse en el desarrollo de un proyecto, así como en la operación de un proceso ya establecido. La metodología de un estudio HAZOP, se puede resumir de la siguiente manera:

El análisis Hazop requiere que el diseño sea definido, para que se pueda disponer de la información necesaria. En particular, la sistemática del método requiere que los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) estén completos y actualizados, el análisis se lleva a cabo mediante un equipo en el que intervienen personal técnico con distintas funciones dentro del proceso a analizar (el número de ellas depende de la complejidad del proceso o de la instalación) como ingeniero de proceso, ingeniero de

instrumentación/control, ingeniero de operaciones e ingeniero de seguridad industrial.

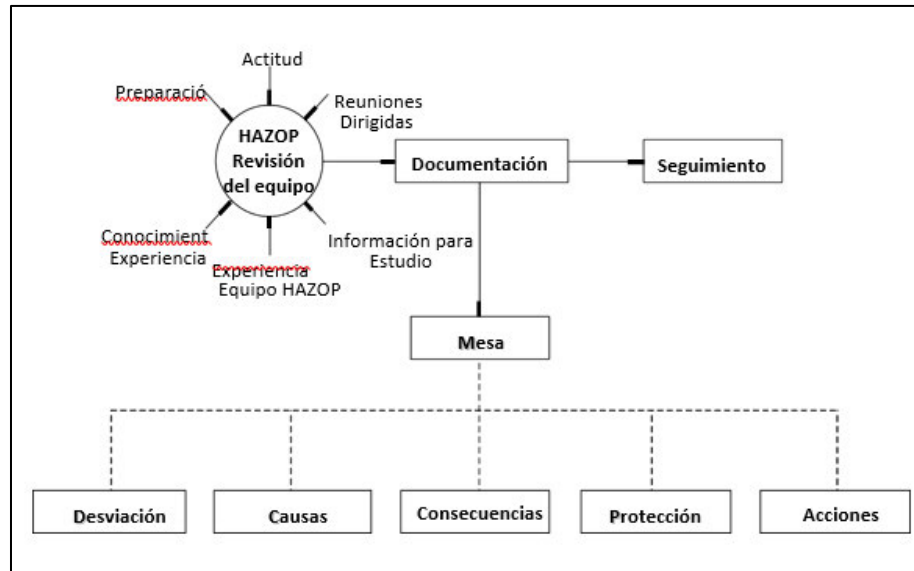


Figura 39. Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP

### Descripción del proceso

Para desarrollar un estudio HAZOP, se requiere de una descripción completa del proceso, lo que permitirá conocer las condiciones críticas de operación consistente en flujos, así como las medidas de seguridad y condicionante aplicadas en cada etapa.

### División en áreas o secciones a analizar

Es conveniente dividir en secciones el proceso a evaluar, esto permitirá en primera instancia hacer más simple el trabajo, evaluar de forma puntual y más a detalle cada una de las partes del proyecto.

### Aplicar palabras guías en cada sección

Durante el proceso de planeación para la aplicación de la técnica HAZOP, es necesario analizar todas las posibles palabras guía o clave existentes, factibles de aplicar a la instalación a analizar, dependiendo del giro, proceso y variables operativas principales del proceso, por lo que a continuación se muestran algunas de las palabras guía que son viables de aplicar a cualquier tipo de instalación.

Tabla 12. Palabras guía para realizar el Hazop

| Palabras clave                              | Significado                      | Comentarios                                   | Desviación                                                                           |
|---------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| No, nada                                    | Total, negación de la intención  | Ninguna parte de la intención ocurre          | No existe flujo donde debería. No existe energía                                     |
| Más, mayor                                  | Aumenta el grado de la intención | Se refiere a las cantidades y propiedades     | Mayor flujo, más carga, tiempo de reacción, alta temperatura, presión viscosidad.    |
| Menos, menor                                | Disminuye el grado de intención. | Se refiere a las cantidades y propiedades     | Menor flujo, menos carga, tiempo de reacción, baja temperatura, presión, viscosidad. |
| A parte de, también                         | Un aumento cualitativo           | La intención ocurre junto con otra actividad. | Otras fases, impurezas, otros flujos, a parte existen corrosión                      |
| Parte de, solo parte de                     | Una disminución cualitativa      | Algunas intenciones ocurren, otras no         | Composición diferente, alguna omisión en adiciones                                   |
| Contrario a                                 | Ocurre lo opuesto a la lógica.   | Ocurre lo contrario a lo que se esperaba      | El flujo se regresa el producto envenena "D" vs, "L"                                 |
| En vez de, antes de, después de, adonde más | Sustitución completa             | Ocurre algo totalmente distinto a lo esperado | En vez de cargar "B", en vez de enfriar calentar.                                    |

Por lo anterior, se determinó el uso de palabras guía. Las palabras guías aplicadas básicamente son: NO, MAS, MENOS, adicionalmente se pueden considerar palabras específicas al tipo de proceso, o variable de operación como; NO FLUJO, FUGA, RUPTURA, ALTO O BAJO NIVEL, etc., estas palabras deben de definirse antes de iniciar la evaluación.

#### Determinar las desviaciones significativas

Una vez que se tiene conocimiento del diseño y se han aplicado las palabras clave, se pueden evaluar los puntos donde se pudiera presentar alguna anomalía, tanto en el diseño como en la operación. Las desviaciones o consecuencias significativas son aquellas fallas que pudieran representar un riesgo tanto al proceso, como al personal que lo opera.

#### Proponer las medidas preventivas o correctivas según sea el caso

Una vez que se han determinado los puntos críticos, así como las consecuencias, se pueden proponer las medidas correctivas en el diseño o las modificaciones en el proceso, para evitar o disminuir las desviaciones detectadas.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 91 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

### **Aplicar estas medidas y evaluar**

Todos los estudios HAZOP, tienen que ser evaluados en repetidas ocasiones, o hasta que se determine un punto de operación aceptable. Este tipo de estudios se puede aplicar considerando varios criterios, ya sean Seguridad, Diseño o Producción. A continuación, se presentan ciertos parámetros y características para la realización del análisis HAZOP, a la Estación de suministro y Terminal de Carga de GNC.

### **DEFINICIONES:**

**NODO:** Es un punto, sección o área de estudio del sistema, proceso o instalación, al cual se analizarán e identificarán todos los riesgos inherentes de un evento indeseable y en los cuales se pueden presentar las siguientes condiciones:

Una transferencia de materia o energía (Operaciones unitarias tales como: destilación, absorción, etc.), un incremento de energía potencial debido a medios mecánicos, tales como bombas o compresores, una separación de fases, etc.

Por lo anterior un nodo es una parte, sección, o área de estudio de un sistema integral. Cada línea, pieza, equipo puede ser seleccionado o examinado como un nodo, esto dependerá de que tan a detalle se requiera el estudio, sin embargo, en la práctica común se toma o establece un nodo como una sección del proceso, operación unitaria, etc.

Los Nodos han sido seleccionados para representar puntos críticos en el proceso e instalaciones donde pueden ocurrir cambios.

Los Nodos seleccionados no incluyen equipo idéntico o redundante (relevó), a menos que las funciones de apoyo sean secundarias para una de las partes.

**Propósito o intención de diseño:** Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado, pudiendo tomar varias formas tales como líneas, equipos (recipientes, bombas, compresores, etc.), sistemas u operaciones unitarias.

**Desviaciones:** Son los cambios o variaciones que se pueden presentar durante la operación del sistema, lográndose mediante la combinación de la palabra clave seleccionada, más la variable de operación del sistema analizado, como no-flujo, alta o baja presión, etc.

**Causas:** Son las razones, por las que se pueden presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

**Consecuencias:** Son los resultados o evento de riesgo, que se obtendrán en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

**Salvaguardas:** Son las medidas de seguridad, dispositivos, instrumentación, programas, planes, etc., con que cuenta el sistema, para cada causa, con el propósito de prevenir o mitigar las consecuencias asociadas.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página <b>92</b> de <b>155</b> |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                                |

**Recomendaciones:** Para todas las causas identificadas y tomando como base las consecuencias de ocurrencia y salvaguardias existentes en el lugar, se proponen adicionalmente las recomendaciones necesarias, dirigidas a lograr una disminución o control del riesgo identificado.

Para la aplicación de la técnica HAZOP se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Estudio de planos y diagramas de las instalaciones.
- Estudio de las bases de diseño y características de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC
- Lluvia de ideas de personal experto en el proceso.

La Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. se dividió en los siguientes nodos:

- **NODO 1.** Sistema de tubería de la ERM a Compresores
- **NODO 2.** Sistema de tubería de Compresores a Panel de Prioridades
- **NODO 3.** Almacenamiento
- **NODO 4.** Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Poste de Carga
- **NODO 5.** Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores

### **Resultados del Hazop**

Se presentan las Hojas de trabajo HAZOP en **Anexo II**.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

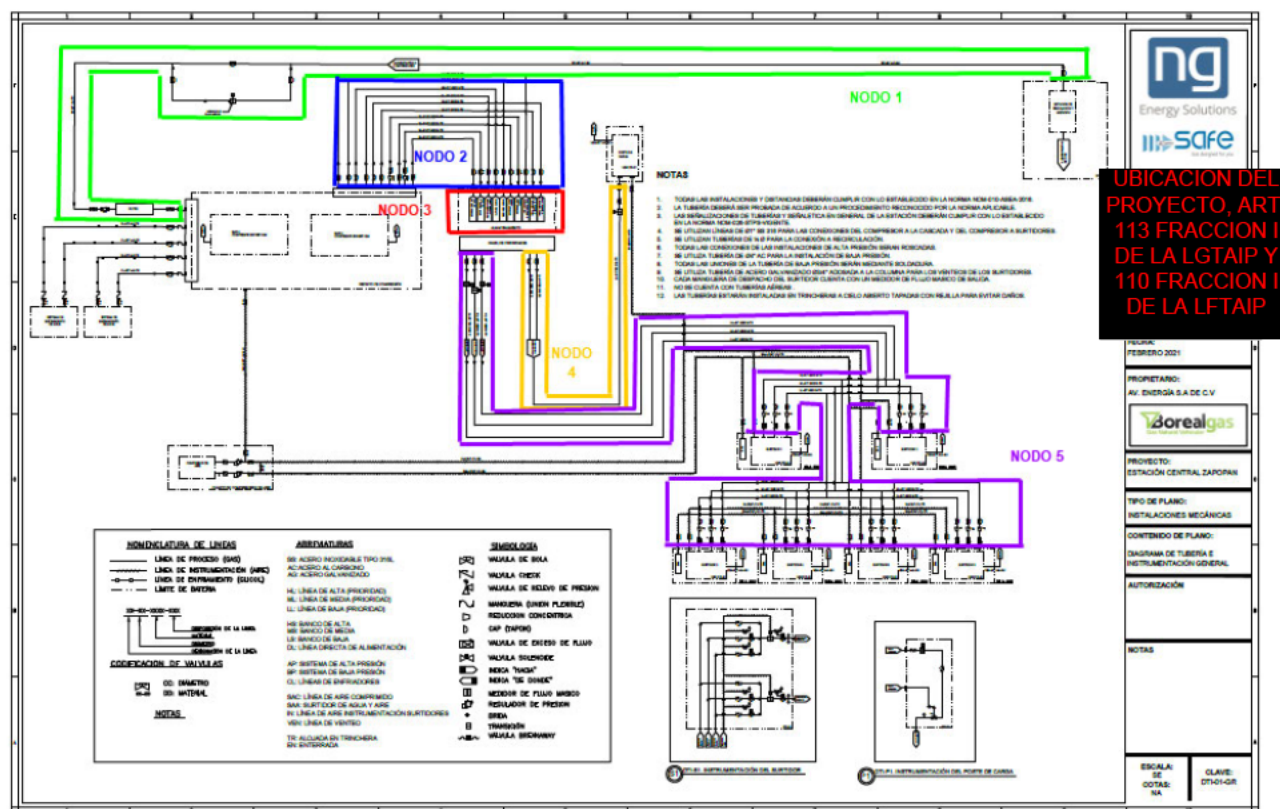


**Figura 40. Definición de Nodos de la “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.”**

#### 5.4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

Durante la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se proseguirá el Análisis de Consecuencias.

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

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos Hazop, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias. Los análisis mencionados en los puntos anteriores determinan la siguiente jerarquización de riesgos, en función de la probabilidad de ocurrencia: La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 94 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

Los diferentes grados y criterios aplicados en la jerarquización de riesgos conforme a los Índices de Severidad de Consecuencias y Frecuencia de Ocurrencia se describen a continuación:

**Tabla 13. Categorías de frecuencia**

| Categoría de frecuencia | Tipo                | Descripción de la frecuencia de ocurrencia                                      |
|-------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 6                       | Muy frecuente       | Ocurre una o más veces al año                                                   |
| 5                       | Frecuente           | Ocurre una vez en un periodo entre 1 y 3 años                                   |
| 4                       | Poco frecuente      | Ocurre una vez en un periodo entre 3 y 5 años                                   |
| 3                       | Raro                | Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años                                  |
| 2                       | Muy raro            | Ocurre una vez en la vida útil de la planta                                     |
| 1                       | Extremadamente raro | Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro |

Fuente: Guía PEMEX Clave: 800-16400-DCO-GT-75 2012.

**Tabla 14. Categoría de consecuencia**

| Categoría de frecuencia | Daños al personal                                                             | Efecto en la población                                                                                                                                                   | Impacto ambiental                                                                                       | Perdida de producción (Millones de USD) | Daños a la instalación (Millones de USD) | Daños a bienes de terceros o de la nación (Millones de USD) |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 6                       | Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades          | Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades                                                                                                    | Fuga o derrame externo que no se pueda controlar en una semana                                          | Mayor de 50                             | Mayor de 50                              | Mayor de 50                                                 |
| 5                       | Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades             | Heridas o daños físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades                                                                                                      | Fuga o derrame externo que se pueda controlar en una semana                                             | De 15 a 50                              | De 15 a 50                               | De 15 a 50                                                  |
| 4                       | Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades            | Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades                                                                                                        | Fuga o derrame externo que se pueda controlar en un día                                                 | De 5 a 15                               | De 5 a 15                                | De 5 a 15                                                   |
| 3                       | Heridas o daños físicos que generan incapacidad médica                        | Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala                                                 | Fuga o derrame externo que se pueda controlar en algunas horas                                          | De 0.500 a 5                            | De 0.500 a 5                             | De 0.500 a 5                                                |
| 2                       | Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios | Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar | Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar) | De 0.250 a 0.500                        | De 0.250 a 0.500                         | De 0.250 a 0.500                                            |
| 1                       | No se esperan heridas o daños                                                 | No se esperan heridas o daños físicos.                                                                                                                                   | No hay fuga o derrame externo                                                                           | Hasta 0.250                             | Hasta 0.250                              | Hasta 0.250                                                 |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

| Categoría de frecuencia | Daños al personal | Efecto en la población                         | Impacto ambiental | Perdida de producción (Millones de USD) | Daños a la instalación (Millones de USD) | Daños a bienes de terceros o de la nación (Millones de USD) |
|-------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                         | físicos           | Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles |                   |                                         |                                          |                                                             |

Fuente: Guía PEMEX Clave: 800-16400-DCO-GT-75 2012.

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

### Matrices de Riesgo

|                |   |                   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|-------------------|---|---|---|---|---|
|                |   | Consecuencia      |   |   |   |   |   |
|                |   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frecuencia/año | 6 | C                 | B | A | A | A | A |
|                | 5 | C                 | B | B | A | A | A |
|                | 4 | C                 | C | B | A | A | A |
|                | 3 | C                 | C | B | A | A | A |
|                | 2 | C                 | C | C | B | B | A |
|                | 1 | C                 | C | C | C | B | B |
|                |   | Daños al personal |   |   |   |   |   |

|                |   |                      |   |   |   |   |   |
|----------------|---|----------------------|---|---|---|---|---|
|                |   | Consecuencia         |   |   |   |   |   |
|                |   | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frecuencia/año | 6 | C                    | B | A | A | A | A |
|                | 5 | C                    | B | A | A | A | A |
|                | 4 | C                    | B | A | A | A | A |
|                | 3 | C                    | B | A | A | A | A |
|                | 2 | C                    | B | A | A | A | A |
|                | 1 | C                    | C | B | A | A | A |
|                |   | Daños a la población |   |   |   |   |   |

|                |   |                   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|-------------------|---|---|---|---|---|
|                |   | Consecuencia      |   |   |   |   |   |
|                |   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frecuencia/año | 6 | C                 | B | A | A | A | A |
|                | 5 | C                 | B | B | A | A | A |
|                | 4 | C                 | B | B | B | A | A |
|                | 3 | C                 | C | C | B | A | A |
|                | 2 | C                 | C | C | C | B | A |
|                | 1 | C                 | C | C | C | C | B |
|                |   | Impacto Ambiental |   |   |   |   |   |

|                |   |                                                                              |   |   |   |   |   |
|----------------|---|------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|                |   | Consecuencia                                                                 |   |   |   |   |   |
|                |   | 1                                                                            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frecuencia/año | 6 | B                                                                            | B | A | A | A | A |
|                | 5 | C                                                                            | B | B | A | A | A |
|                | 4 | C                                                                            | C | B | B | A | A |
|                | 3 | C                                                                            | C | C | B | B | A |
|                | 2 | C                                                                            | C | C | C | B | A |
|                | 1 | C                                                                            | C | C | C | C | B |
|                |   | Daños a la instalación/producción/<br>bienes de terceros/bienes de la nación |   |   |   |   |   |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

**Tabla 15. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo**

| Región de Riesgo                                                                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No tolerable “A”                                                                         | Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable. |
| ALARP “B” (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico) | Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.                                                                                                                                                               |
| Tolerable “C”                                                                            | El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.                                                                                                                                                                                                                             |

Nota 1. La clasificación del riesgo analizada, corresponderá al que resulte de la evaluación de su frecuencia – consecuencia, en cualquiera de las cuatro matrices, en primer lugar, como Riesgo No Tolerable “A”, en segundo lugar, como Riesgo ALARP “B” y finalmente, en tercer lugar, como Riesgo Tolerable “C”.

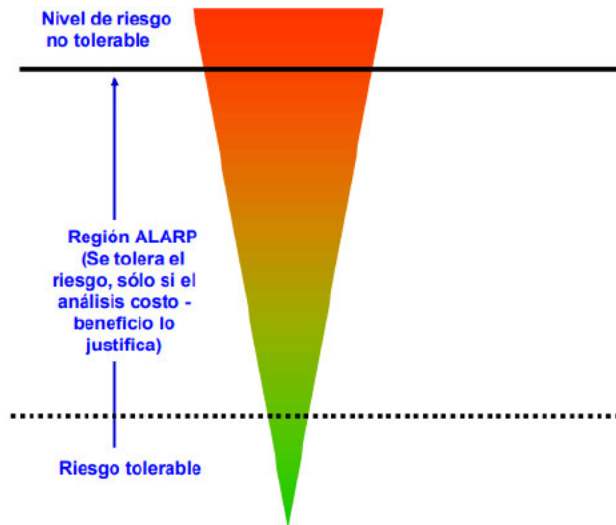


**Figura 41. Principio ALARP**

Durante la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se proseguirá el Análisis de Consecuencias.

La Matriz de Jerarquización de Riesgo relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la consecuencia permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a la economía de la instalación. Por otro lado, la

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 97 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                  |

probabilidad de ocurrencia de un incidente depende directamente del nivel de protección del equipo, así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias. Los análisis mencionados en los puntos anteriores determinan la siguiente jerarquización de riesgos, en función de la probabilidad de ocurrencia:

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

### **Resultados de la Jerarquización**

Se presentan los resultados de la Jerarquización de riesgos en el **Anexo II**

En la siguiente tabla se enlistan todos los escenarios de riesgo identificados, ordenados de mayor a menor nivel de riesgo:

Tabla 16. Escenarios de riesgos identificados

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                                          | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                        | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                                                                 |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                     |                       |
| 1   | 1.4.1                            | Mas Corrosión externa debido a daño a la pintura epóxica de la tubería.                                                                         | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de la ERM a Compresores          | Gas Natural           |
| 2   | 1.6.1                            | Rotura en la tubería debido a golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento. | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de la ERM a Compresores          | Gas Natural           |
| 3   | 2.2.2                            | Mas presión debido a falla interna del compresor.                                                                                               | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 1    | 2  | 1    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Compresores Panel Prioridades | Gas Natural           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                             | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                             | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                                                    |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                          |                       |
| 4   | 2.6.1                            | Rotura en la tubería debido a golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Compresores a Panel Prioridades    | Gas Natural           |
| 5   | 3.2.2                            | Más presión debido a fuego externo                                                                                                 | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 3                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Almacenamiento                                           | Gas Natural           |
| 6   | 4.2.1                            | Sobrepresión debido a falla interna del compresor                                                                                  | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 1    | 2  | 2    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel Prioridades a Poste de Carga | Gas Natural           |
| 7   | 4.6.1                            | Rotura de tubería o poste de carga debido a golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en                 | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel Prioridades a Poste de Carga | Gas Natural           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                                                                                                                                                      | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                            | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                         |                       |
|     |                                  | actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra).                                                                                                                |                                               |                  |            |              |      |    |      |                                   |                                                                                           |                                                         |                       |
| 8   | 5.2.1                            | Sobrepresión debido a falla interna del compresor                                                                                                                                                                                                           | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 1    | 2  | 2    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores | Gas Natural           |
| 9   | 5.6.1                            | Rotura en tubería o surtidores debido a golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). | B                                             | ALARP            | 3          | 3            | 2    | 2  | 2    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores | Gas Natural           |
| 10  | 1.1.1                            | Menos presión debido a falla en el suministro de gas                                                                                                                                                                                                        | C                                             | Tolerable        | 3          | 1            | 1    | 1  | 1    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de                                                      | Sistema de tubería de la ERM a Compresores              | Gas Natural           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                  | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                        | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                         |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                     |                       |
|     |                                  | natural.                                                                                                |                                               |                  |            |              |      |    |      |                                   | Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.                                      |                                                     |                       |
| 11  | 1.2.1                            | Más presión debido a falla en el sistema de regulación de presión durante el suministro de gas natural. | C                                             | Tolerable        | 3          | 2            | 1    | 2  | 1    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de la ERM a Compresores          | Gas Natural           |
| 12  | 1.3.1                            | Menos flujo debido a falla en la Estación de Regulación y Medición.                                     | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de la ERM a Compresores          | Gas Natural           |
| 13  | 1.5.1                            | Más Corrosión interna debido a variación en la composición de gas enviado por proveedor                 | C                                             | Tolerable        | 1          | 3            | 1    | 2  | 2    | 1                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de la ERM a Compresores          | Gas Natural           |
| 14  | 2.1.1                            | Menos presión debido a ausencia de energía eléctrica en compresor, debido a una falla en suministro de  | C                                             | Tolerable        | 3          | 1            | 1    | 1  | 1    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de      | Sistema de tubería de Compresores Panel Prioridades | Gas Natural           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                      | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                          | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                                             |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                       |                       |
|     |                                  | energía por comisión.                                                                                                       |                                               |                  |            |              |      |    |      |                                   | C.V.                                                                                      |                                                       |                       |
| 15  | 2.3.1                            | No flujo debido a falla de energía eléctrica                                                                                | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Compresores a Panel Prioridades | Gas Natural           |
| 16  | 2.4.2                            | Menos flujo debido a falla interna del compresor.                                                                           | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Compresores a Panel Prioridades | Gas Natural           |
| 17  | 2.5.1                            | Más Flujo debido a falla interna del compresor                                                                              | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 2                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Compresores a Panel Prioridades | Gas Natural           |
| 18  | 3.1.1                            | Menos presión debido a ausencia de energía eléctrica en compresor, debido a una falla en suministro de energía por comisión | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 3                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Almacenamiento                                        | Gas Natural           |
| 19  | 3.3.2                            | Más corrosión                                                                                                               | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 3                                 | Estación de                                                                               | Almacenamiento                                        | Gas                   |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                                            | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                                | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                                                                                                   |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                             |                       |
|     |                                  | externa en tanques de almacenamiento debido a desgaste en los accesorios de los tanques                                                           |                                               |                  |            |              |      |    |      |                                   | Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.             |                                                             | Natural               |
| 20  | 3.4.1                            | Más corrosión interna en tanques de almacenamiento debido a variación en la composición del gas enviado por proveedor.                            | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 3                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Almacenamiento                                              | Gas Natural           |
| 21  | 3.5.1                            | Rotura en tanques de almacenamiento debido a golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento. | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 2  | 1    | 3                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Almacenamiento                                              | Gas Natural           |
| 22  | 4.1.1                            | Menos presión debido a falla en Compresor.                                                                                                        | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Poste de Carga | Gas Natural           |
| 23  | 4.3.1                            | No flujo debido a falla de energía eléctrica.                                                                                                     | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 1  | 1    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de                                                      | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a                | Gas Natural           |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                            | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                                | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                   |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                             |                       |
|     |                                  |                                                                   |                                               |                  |            |              |      |    |      |                                   | Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.                                      | Poste de Carga                                              |                       |
| 24  | 4.4.1                            | Menos flujo debido a válvula tipo bola obstruida, dañada, pegada. | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 1  | 1    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Poste de Carga | Gas Natural           |
| 25  | 4.5.1                            | Mas flujo debido a falla del panel de prioridades                 | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 1  | 1    | 4                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Poste de Carga | Gas Natural           |
| 26  | 5.1.1                            | Menos presión debido a falla interna del compresor                | C                                             | Tolerable        | 2          | 1            | 1    | 1  | 1    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores     | Gas Natural           |
| 27  | 5.3.1                            | No flujo debido a falla de energía eléctrica                      | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 2  | 1    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores     | Gas Natural           |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 105 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                            | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Región de Riesgo | Frecuencia | Consecuencia |      |    |      | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación o ducto                                                          | Km o Instalación superficial                            | Sustancia involucrada |
|-----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------|--------------|------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                  |                                                                   |                                               |                  |            | D pe         | D po | IA | DI B |                                   |                                                                                           |                                                         |                       |
| 28  | 5.4.1                            | Menos flujo debido a válvula tipo bola obstruida, dañada, pegada. | C                                             | Tolerable        | 1          | 2            | 1    | 2  | 1    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores | Gas Natural           |
| 29  | 5.5.1                            | Mas flujo debido a Falla del panel de prioridades                 | C                                             | Tolerable        | 2          | 2            | 1    | 2  | 1    | 5                                 | Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. | Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores | Gas Natural           |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 106 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

Tomando en cuenta el catálogo de riesgos generado de la identificación riesgos; la evaluación cualitativa con las categorías y matrices de riesgos; y la jerarquización de los mismos, se seleccionaron los escenarios ubicados en Región de **Riesgo ALARP “B” (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico)**, (región “amarilla, con la finalidad de evaluar el alcance de los efectos de dichos eventos (análisis de consecuencias).

En la siguiente tabla se muestra la relación de escenarios seleccionados para el análisis cuantitativo agrupados por evento:

**Tabla 17. Escenarios evaluados cuantitativamente**

| No. | Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tipo de Riesgo |
|-----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1   | 1.4.1, 1.6.1                     | Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento.                                                                        | B              |
| 2   | 2.2.2, 2.6.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento.                                                                                         | B              |
| 3   | 3.2.2                            | Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo.                                                                                                                                                                                                                                               | B              |
| 4   | 4.2.1, 4.6.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). | B              |
| 5   | 5.2.1, 5.6.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra).     | B              |

Se identificaron 5 escenarios de riesgo ALARP “B” (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico), los cuales serán evaluados cuantitativamente para determinar el alcance de los efectos de dichos eventos.

Así mismo, se establecen los casos más probables y los peores casos, como se muestra a continuación:

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 107 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

## CASOS PROBABLES:

| Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.4.1, 1.6.1                     | Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento.                                                                        |
| 2.2.2, 2.5.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento.                                                                                         |
| 4.2.1, 4.6.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). |
| 5.2.1, 5.6.1                     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra).     |

## PEOR CASO:

| Clave del escenario identificado | Descripción del escenario identificado                                                     |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.2                            | Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo. |

## 5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

### 5.4.2.1 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

La evaluación de consecuencias es una técnica de análisis cuantitativo de riesgos, que permite observar el alcance de un accidente potencial, y sus efectos sobre las personas, el ambiente, población, producción e instalación, así también permite generar medidas y/o recomendaciones adicionales con respecto a la ubicación de equipos de operación y seguridad, y a definir los planes de respuesta a emergencias.

Los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas pueden producir diferentes tipos de fenómenos, entre los cuales se encuentran los de tipo mecánico (explosiones), térmico (radiación térmica-incendio) y de tipo químico (fugas, derrames de sustancias tóxicas).

El Análisis de Consecuencias (AC) de incendios, explosiones y nubes tóxicas es una metodología de Análisis de Riesgos que permite estimar la medida de los efectos esperados de la ocurrencia de un evento potencialmente peligroso.

Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas pueden producir determinados fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 108 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

Se realizó el Análisis detallado de Consecuencias para aquellos Escenarios de Riesgo que fueron identificados como aceptables con controles e indeseable, dichos escenarios fueron derivados de la Jerarquización de Riesgos (análisis cualitativo de riesgo).

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizó mediante la aplicación de modelos matemáticos especializados, reconocidos y validados para Simulación de consecuencias, considerando los casos más probables y los Peores Casos identificados.

### Metodología

- Como primer paso del análisis de riesgos es determinar el fluido (mezcla, sustancia) que se estará liberando en cada evento analizado, así como sus propiedades fisicoquímicas.
- Posteriormente se determina la fuente de liberación, incluyendo la selección del modelo de descarga (ruptura de línea, fuga en línea, ruptura catastrófica, etc.), derivado de esto el flujo de descarga, la fase de descarga (vapor, líquido, etc.), cantidad de material liberado, etc.
- En el tercer paso se define el modelo de dispersión de acuerdo a las variables atmosféricas correspondientes, como son estabilidad atmosférica, velocidad del viento, humedad, etc. Los resultados se emplean para determinar ciertos niveles de concentración de material, con lo cual se determinan los posibles efectos por toxicidad, inflamabilidad (calor) y explosión (sobrepresión).
- Finalmente se representan gráficamente los radios de afectación, y se realiza un análisis de vulnerabilidad, es decir, se describen los posibles daños a la población, personal del proyecto, medio ambiente e instalaciones/producción.

Para poder evaluar la magnitud de las consecuencias o posibles daños que se pudieran ocasionar o los eventos relacionados con los procesos de liberación o fuga de gas natural, se utilizó el programa de simulación conocido como ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

### Descripción del software de simulación utilizado.

El programa ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). ALOHA utiliza el modelo gaussiano para predecir la dispersión de gases neutros considerando una distribución de la concentración.

El Software ALOHA es un programa informático diseñado especialmente para el uso de personas que responden a situaciones de emergencia tales como emisiones de sustancias químicas, explosiones e incendio, así como para la planificación de atención de emergencias y la formación del personal antes mencionado.

El programa ALOHA cuenta con modelos para simular los principales peligros como toxicidad,

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 109 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

inflamabilidad, radiación térmica (calor) y sobrepresión (explosión) relacionados con emisiones de sustancias químicas que resultan en la liberación de gases tóxicos, incendios y / o explosiones.

Los modelos implementados en ALOHA permiten considerar dispersiones originadas en fuentes continuas o instantáneas.

Como resultado de la resolución de los modelos implementados se obtiene la distancia máxima a la cual se alcanza la concentración de interés determinada. A partir de esta información el programa establece el contorno de la nube formada para la concentración elegida (valor umbral) y predice, en forma gráfica, el perfil de concentración y la dosis para cualquier punto de coordenadas (x, y) a cierta distancia de la fuente.

### Consideraciones para el modelo

La información necesaria para la evaluación del modelo de simulación es:

- Características físicas y químicas del fluido.
- Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio y clase de la estabilidad atmosférica.
- Diámetro equivalente del orificio de la fuga.
- Condiciones de operación.

### Características físicas y químicas del fluido

Los datos de las características físicas y químicas del Gas Natural fueron obtenidos de la hoja de seguridad (**Anexo III**).

### Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio

Con base en el INAFED, el municipio de Zapopan, Jalisco se ubica a una altura de 1,548 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto es la Estación 14169 de nombre Zapopan, y tomando en cuenta los registros de temperaturas mínimas y máximas en el periodo comprendido entre 1981-2010 se observa que la temperatura mínima normal es de 12.9 °C, temperatura máxima normal es de 28.4°C y temperatura media normal es de 20.6°C. En cuanto a la dirección de vientos predominantes estos son hacia el Este con una intensidad de 9.6 km/hr (Weather Spark).

### Las clases atmosféricas de la estabilidad de Pasquill

El método para categorizar la cantidad de la turbulencia presente en la atmósfera es el método desarrollado por Pasquill en 1961, el categorizó la turbulencia atmosférica en seis clases de la estabilidad denominadas A, B, C, D, E y F. La clase A que es la más inestable o la más turbulenta, y la clase F es la más estable o menos turbulenta. La tabla siguiente enumera las seis clases y la tabla subsecuente proporciona las condiciones meteorológicas que definen cada clase.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

**Tabla 18. Tipos de estabilidad**

| Tipo de estabilidad | Definición          |
|---------------------|---------------------|
| A                   | Muy inestable       |
| B                   | Inestable           |
| C                   | Levemente inestable |
| D                   | Neutral             |
| E                   | Levemente estable   |
| F                   | Estable             |

Una condición estable se caracteriza por un flujo laminar de las capas del aire y se presenta ausencia de turbulencia, un gradiente vertical de temperatura, fluctuaciones mínimas de la dirección del viento y un bajo nivel de insolación (condiciones más adversas para la dispersión de contaminantes).

La relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas (radiación solar y cobertura del cielo) se muestra en la siguiente Tabla:

**Tabla 19. Condiciones meteorológicas que definen la Clase**

| Velocidad del viento<br>m/seg | Día e Insolación fuerte | Día e Insolación moderada | Día e Insolación débil | Noche y nubosidad Más de 50% | Noche y nubosidad Menos del 50 % |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| <2                            | A                       | A-B                       | B                      | E                            | F                                |
| 2-3                           | A-B                     | B                         | C                      | E                            | F                                |
| 3-5                           | B                       | B-C                       | C                      | D                            | E                                |
| 5-6                           | C                       | C-D                       | D                      | D                            | D                                |
| >6                            | C                       | D                         | D                      | D                            | D                                |

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la presentación de Estudios de Riesgos para modelaciones, 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, se deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

### **Diámetro de orificio de fuga**

El área y forma del orificio es uno de los parámetros que tienen gran incertidumbre. Por lo general se supone un orificio circular y los simuladores cuentan con modelos de fuga para orificios circulares. En ocasiones se simulan eventos ya ocurridos con orificios de geometría distintas a la circular. Para el caso de orificios con geometrías distintas a la circular se debe considerar un área equivalente a un círculo a partir del área del orificio de fuga.

A manera de referencia, se presentan los diámetros equivalentes de fuga, para así determinar las posibles afectaciones al personal, ambiente, población e instalación, con la finalidad de implementar las medidas necesarias.

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

**Tabla 20. Diámetros de fuga en base al tipo de evento**

| Tipo de evento                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Para el Peor Caso</b>         | Para cada Sustancia Peligrosa manejada (para recipientes, considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en un solo recipiente, por ejemplo, el tanque de almacenamiento con mayor cantidad almacenada, y para tuberías considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, por ejemplo, la tubería con mayor diámetro y mayor longitud entre válvulas de seccionamiento), independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Para el Caso más Probable</b> | Para cada Sustancia Peligrosa manejada, independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen, considerando una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Para el Caso Alterno</b>      | Escenarios que se ubiquen dentro de la región de Riesgo No tolerable y además aquellos ubicados en la región ALARP que sean de interés particular para la evaluación de consecuencias identificados en el desarrollo del apartado 5.4.1.4. de la “Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos” (ASEA, 2020). En caso de que se haya demostrado metodológica y sistemáticamente en dicho apartado, que todos los Escenarios de Riesgo se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, se simularán aquellos Escenarios de Riesgo que sean de interés particular. Los Regulados realizarán las simulaciones para un orificio de fuga del 20% y del 100% del diámetro equivalente de la tubería, y ruptura total en caso de recipientes. |

Fuente: Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (ASEA, 2020).

### **Simulación de los eventos y diagramas de pétalos (planos de radios de afectación).**

Este apartado tiene por objeto principal determinar las zonas vulnerables que están asociadas a los accidentes identificados, mediante la simulación del comportamiento real de una sustancia química, en la cual intervienen una multitud de factores tales como:

- Condiciones en que se produce la liberación de la sustancia
- Características físico-químicas de la misma
- Características del medio ambiente en el cual se produce la dispersión
- Interrelación entre la sustancia y el medio ambiente.

Para poder evaluar la magnitud de las consecuencias o posibles daños que se pudieran ocasionar o los eventos relacionados con los procesos de liberación o fuga de gas natural, se utilizó el programa de simulación conocido como ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) y la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

### **Criterios de zonas de alto riesgo y seguridad**

Tomando como base estos parámetros, así como las consideraciones indicadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la presentación de Estudios de Riesgos, indican que los radios potenciales de afectación para definir y justificar las zonas de seguridad deberán utilizar los siguientes valores:

Tabla 21. Criterios de zonas de seguridad y riesgo.

| Zona              | Inflamabilidad (radiación térmica) | Explosividad (sobrepresión) |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Zona de Riesgo    | 5 KW/m <sup>2</sup>                | 1.0 psig                    |
| Zona de Seguridad | 1.4 KW/m <sup>2</sup>              | 0.5 psig                    |

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación de riesgos, los eventos identificados y ubicados en la región de riesgo ALARP “B” (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico) son aquellos casos a simular, para así determinar las posibles afectaciones al personal, ambiente, población e instalación, con la finalidad de implementar las medidas necesarias.

### Escenarios

Los eventos extraordinarios que pueden ocurrir en una tubería de gas están relacionados con descargas o pérdida de contención de gas no deseado, estas fugas suelen ser ocasionadas por las siguientes causas:

Corrosión externa: Es ocasionada por la exposición de la superficie externa y desgaste de pintura epóxica, los cuales ocasionan pérdida de espesor y debilitamiento, pudiendo generar orificios.

Daños por agentes externos: Generalmente son ocasionados por factores ajenos a la operación anormal y ocasionados por factores humanos como golpes o ruptura ocasionada por maquinaria pesada, o algún otro tipo de incidente.

Los escenarios derivados de las metodologías de identificación y jerarquización de riesgos se presentan a continuación:

#### CASO PROBABLE

##### **NODO 1. Sistema de tubería de la ERM a Compresores**

**Escenario 1.4.1, 1.6.1** Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 1.a. Jet Fire en tubería AC de Ø4” de la ERM a Compresores
- 1.b. Explosión en tubería AC de Ø4” de la ERM a Compresores

#### CASO PROBABLE

##### **NODO 2. Sistema de tubería de Compresores a Panel de Prioridades**

**Escenario 2.2.2, 2.6.1** Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 113 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

- 2.a. Jet Fire en tubería Al de Ø1” de compresores a Panel de Prioridades  
2.b. Explosión en tubería Al de Ø1” de compresores a Panel de Prioridades

PEOR CASO

### NODO 3. Almacenamiento

**Escenario 3.2.2** Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 3.a. Jet Fire en Cilindro de Almacenamiento  
3.b. Explosión en Cilindro de Almacenamiento

CASO PROBABLE

### NODO 4. Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Poste de Carga

**Escenario 4.2.1, 4.6.1** Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 4.a. Jet Fire en tubería de Al Ø1” de Panel de Prioridades a Poste de Carga  
4.b. Explosión en tubería de Al Ø1” de Panel de Prioridades a Poste de Carga

CASO PROBABLE

### NODO 5. Sistema de tubería de Panel de Prioridades a Surtidores

**Escenario 5.2.1, 5.6.1** Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 5.a. Jet Fire en tubería de Al Ø1” de Panel de Prioridades a Surtidores  
5.b. Explosión en tubería de Al Ø1” de Panel de Prioridades a Surtidores

A continuación, se presentan los criterios de simulación considerados para cada caso:

Tabla 22. Criterios de simulación

| Tipo de caso | Identificación de escenarios |                                                                                                                                                                                             | Diámetro     |               | Presión | Velocidad del viento |
|--------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------|----------------------|
|              | Clave                        | Descripción                                                                                                                                                                                 | Línea/Equipo | Fuga          | psi     | m/s                  |
| CP           | 1.4.1, 1.6.1                 | Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo | 4”           | Ruptura total | 101.526 | 2.6666               |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOCAN SA DE CV”**

|    |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |               |         |        |
|----|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|---------|--------|
|    |                 | de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento.                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |               |         |        |
|    | 2.2.2,<br>2.6.1 | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento.                                                                                         | 1"      | Ruptura total | 3625.94 | 2.6666 |
|    | 4.2.1,<br>4.6.1 | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). | 1"      | Ruptura total | 3625.94 | 2.6666 |
|    | 5.2.1,<br>5.6.1 | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra).     | 1"      | Ruptura total | 3625.94 | 2.6666 |
| PC | 3.2.2           | Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo.                                                                                                                                                                                                                                               | 10.748" | Ruptura total | 3625.94 | 2.6666 |

CP: Caso Probable, PC: Peor caso

N/A: No aplica

## 5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

A continuación, se presenta los resultados de las simulaciones en caso de un incendio ( $Kw/m^2$ ) y en caso de explosión (psi):

| Eventos                       | Criterios                            | Radio de afectación (m) |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <u>Escenario 1.4.1, 1.6.1</u> | Zona de alto riesgo 5 $kW/m^2$       | 18                      |
|                               | Zona de amortiguamiento 1.4 $kW/m^2$ | 33                      |
|                               | Zona de alto riesgo 1 psi            | No se excedió el LOC    |
|                               | Zona de amortiguamiento 0.5 psi      | 34                      |

| Eventos                       | Criterios                            | Radio de afectación (m) |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <u>Escenario 2.2.2, 2.6.1</u> | Zona de alto riesgo 5 $kW/m^2$       | 22                      |
|                               | Zona de amortiguamiento 1.4 $kW/m^2$ | 40                      |
|                               | Zona de alto riesgo 1 psi            | No se excedió el LOC    |
|                               | Zona de amortiguamiento 0.5 psi      | 40                      |

| Eventos                | Criterios                            | Radio de afectación (m)                                    |
|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <u>Escenario 3.2.2</u> | Zona de alto riesgo 5 $kW/m^2$       | 10                                                         |
|                        | Zona de amortiguamiento 1.4 $kW/m^2$ | 24                                                         |
|                        | Zona de alto riesgo 1 psi            | Ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún |
|                        | Zona de amortiguamiento 0.5 psi      |                                                            |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 115 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

| Eventos | Criterios | Radio de afectación (m) |
|---------|-----------|-------------------------|
|         |           | momento                 |

| Eventos                       | Criterios                                     | Radio de afectación (m) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|
| <u>Escenario 4.2.1, 4.6.1</u> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | 21                      |
|                               | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | 39                      |
|                               | Zona de alto riesgo 1 psi                     | No se excedió el LOC    |
|                               | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | 40                      |

| Eventos                       | Criterios                                     | Radio de afectación (m) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|
| <u>Escenario 5.2.1, 5.6.1</u> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | 15                      |
|                               | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | 28                      |
|                               | Zona de alto riesgo 1 psi                     | No se excedió el LOC    |
|                               | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | 25                      |

Ver en **Anexo IV** Radios de Afectación; las hojas de resultados del modelo software ALOHA 5.4.7 y los planos con los radios de afectación.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 116 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

## 5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

### 5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

En la siguiente tabla se describen a detalle, para las zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento por Sobrepresión y Radiación Térmica, las posibles afectaciones a los receptores de riesgo como son: Población, Medio Ambiente, Personal e Instalaciones/producción.

| Clave del Escenario | Receptor de Riesgo | Tipo de Evento    | Tipo de Zona                                  | Descripción de la afectación                                                                                                                                                                                                                           | Descripción de salvaguardas existentes                                                                                                                                                                                                              | Recomendaciones para implementar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.4.1,<br>1.6.1     | Población          | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 18 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección mecánica.</li> <li>• Paro de emergencia.</li> <li>• Medidor de flujo másico</li> <li>• Sistema contra incendio.</li> <li>• Válvula de bola</li> <li>• Detector de mezclas explosivas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación a los empleados en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> <li>• Inspección regular al sistema.</li> <li>• Contar con un Programa de mantenimiento y cumplirlo</li> <li>• Plan de respuesta a emergencias.</li> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias.</li> <li>• Señalización restrictiva</li> </ul> |
|                     |                    |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 33 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento. |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                     |                    | Sobrepresión      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                     |                    |                   | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 117 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|----------------|-------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                |                   |                                               | asentamientos humanos en un radio de 34 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento.                                                                                |  |  |
|  | Medio Ambiente | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 18 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                 |  |  |
|  |                |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 33 metros y no afectará factores ambientales ya que ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                            |  |  |
|  |                | Sobrepresión      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por explosión no afectará factores ambientales, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                            |  |  |
|  |                |                   | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará factores ambientales, ya que no hay factores ambientales en un radio de 34 metros debido a que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales. |  |  |
|  |                |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 118 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                                  |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|--|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | <b>Personal</b>                  | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 18 metros y podría afectar a personal de la Estación que eventualmente se encuentre ahí laborando.                                                                                               |  |  |
|  |                                  |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 33 metros y eventualmente podría afectar a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encuentre ahí laborando.                                        |  |  |
|  |                                  | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas ya que no se excedió el LOC.                                                                 |  |  |
|  |                                  |                          | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión eventualmente podría afectar a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encontrara en labores de mantenimiento en un radio de 34 metros. |  |  |
|  | <b>Instalaciones/ producción</b> | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 18 metros y podría afectar el Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños.      |  |  |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |  |                     |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--|---------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |                     |                                               | Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como el predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
|  |  |                     | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 33 metros y podría afectar a la ERM, Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación. |  |  |
|  |  | <b>Sobrepresión</b> | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos de la                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 120 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|                 |           |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |           |                   |                                               | Estación ya que no se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 |           |                   | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión afectaría a los equipos de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas en un radio de 34 metros como el Compresor, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades, y el Poste de carga; así como el predio que se encuentra a espaldas de la estación.                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2.2.2,<br>2.6.1 | Población | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 22 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Controlador Lógico Programable (PLC)</li> <li>Válvula de bola</li> <li>Válvula de Check</li> <li>Válvula de cierre manual</li> <li>Válvula automática</li> <li>Válvula de seguridad (relevo de presión)</li> <li>Alarma acústico luminosa</li> <li>Detectores de mezclas explosivas</li> <li>Paro de emergencia.</li> <li>Sistema Contra Incendio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación con la empresa proveedora de gas natural.</li> <li>Inspección regular al sistema.</li> <li>Plan de entrenamiento personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>Contar con un plan de contingencias y la formación de brigadas para casos de emergencia.</li> </ul> |
|                 |           |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 40 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 121 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                       |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | <b>Sobrepresión</b>      |                                               | se encuentra al frente de la estación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>• Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.</li> <li>• Plan de respuesta a emergencias.</li> <li>• Señalización restrictiva.</li> </ul> |
|  |                       |                          | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  |                       |                          | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 40 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | <b>Medio Ambiente</b> | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 22 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  |                       |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 40 metros y no afectará factores ambientales ya que ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  |                       |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 122 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                 |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                 | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por explosión no afectará factores ambientales, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                            |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará factores ambientales, ya que no hay factores ambientales en un radio de 40 metros debido a que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales. |  |  |
|  | <b>Personal</b> | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 20 metros y podría afectar a personal de la Estación que eventualmente se encuentre ahí laborando.                                                                                                                |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 40 metros y eventualmente podría afectar a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encuentre ahí laborando.                                                         |  |  |
|  |                 | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas ya que no se excedió el LOC.                                                                                  |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión eventualmente podría afectar a personal de la Estación de                                                                                                                                          |  |  |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |                              |                      |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                              |                      |                                               | Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encontrara en labores de mantenimiento en un radio de 40 metros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|  | Instalaciones/<br>producción | Radiación<br>térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 22 metros y podría afectar al Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las instalaciones del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación. |  |  |
|  |                              |                      | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 40 metros y podría afectar a la ERM, Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se                                                                                                                                                                                                      |  |  |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |  |              |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|--|--------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |              |                                 | encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las instalaciones del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación.                                                                                                                                                                                    |  |  |
|  |  | Sobrepresión | Zona de alto riesgo 1 psi       | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos de la Estación ya que no se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |
|  |  |              | Zona de amortiguamiento 0.5 psi | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión afectaría a los equipos de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas en un radio de 40 metros como lo son el Sistema de Almacenamiento, Panel de prioridades, Compresor y poste de carga, así como el predio que se encuentra a espaldas de la estación. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas. |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 125 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|       |                |                      |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|----------------|----------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.2 | Población      | Radiación<br>térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es menor a 10 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula manual de aislamiento</li> <li>• Manómetro</li> <li>• Válvula de exceso de flujo</li> <li>• Válvula de corte de operación manual</li> <li>• Línea de venteo con válvula de accionamiento manual.</li> <li>• Detector de mezclas explosivas.</li> <li>• Paro de emergencia</li> <li>• Sistema Contra Incendio.</li> <li>• Alarma acústico luminosa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>• Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.</li> <li>• Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> </ul> |
|       |                |                      | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 24 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|       |                | Sobrepresión         | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|       |                |                      | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|       | Medio Ambiente | Radiación<br>térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 10 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados,                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |                 |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                    |  |  |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                 |                          |                                               | ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                                                                                     |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 24 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales. |  |  |
|  |                 | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                 |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                        |  |  |
|  | <b>Personal</b> | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 10 metros y eventualmente podría afectar al personal que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.                                                                       |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 24 metros y eventualmente podría afectar al personal que se encontraran en la zona de                                                                                             |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 127 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                                      |                              |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|--|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                                      | <b>Sobrepresión</b>          |                                               | riesgo durante el evento, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación.                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|  |                                      |                              | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                                                                                                |  |  |
|  |                                      |                              | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                                                                                       |  |  |
|  | <b>Instalaciones/<br/>producción</b> | <b>Radiación<br/>térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 10 metros y podría afectar al poste de Carga, el Compresor, el sistema de Almacenamiento, el Panel de prioridades y Cuarto eléctrico. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas. |  |  |
|  |                                      |                              | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 24 metros y podría afectar al poste de Carga, el Compresor, el sistema de Almacenamiento, el Panel de                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|  |                                      |                              |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 128 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|                 |           |                   |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|-----------|-------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |           |                   |              | prioridades, Cuarto eléctrico, y al área de los surtidores. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas. Así como las instalaciones del predio que se encuentra a espaldas de la estación. |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                 |           |                   | Sobrepresión | Zona de alto riesgo 1 psi                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                 |           |                   |              | Zona de amortiguamiento 0.5 psi                                                                                                                                                                                                                                                                                              | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.2.1,<br>4.6.1 | Población | Radiación térmica |              | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | La zona de alto riesgo es menor a 21 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento. Así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Controlador Lógico Programable (PLC)</li> <li>Válvula de bola</li> <li>Válvula de seguridad (relevé de presión)</li> <li>Alarma acústico luminosa</li> <li>Detectores de mezclas explosivas</li> <li>Paro de emergencia.</li> </ul> |
|                 |           |                   |              | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                | La zona de amortiguamiento                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                            |

- Programa de mantenimiento a equipos del sistema.
- Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 129 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                |              |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|----------------|--------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                |              |                                         | no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 39 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Contra Incendio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>• Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> <li>• Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> <li>• Colocar señalización restrictiva</li> </ul> |
|  |                | Sobrepresión | Zona de alto riesgo 1 psi               | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  |                |              | Zona de amortiguamiento 0.5 psi         | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 40 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento. Así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación.                                                                          |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  | Medio Ambiente | Radiación    | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup> | La zona de alto riesgo es de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |          |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|----------|-------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |          | térmica           |                                               | 21 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                              |  |  |
|  |          |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 39 metros y no afectará factores ambientales ya que ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                            |  |  |
|  |          | Sobrepresión      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por explosión no afectará factores ambientales, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                            |  |  |
|  |          |                   | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará factores ambientales, ya que no hay factores ambientales en un radio de 40 metros debido a que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales. |  |  |
|  | Personal | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 21 metros y podría afectar a personal de la Estación que eventualmente se encuentre ahí laborando. Así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación.                                   |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 131 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                              |                      |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                              |                      | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 39 metros y eventualmente podría afectar a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encuentre ahí laborando, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación. |  |  |
|  |                              |                      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas ya que no se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|  |                              | Sobrepresión         | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión eventualmente podría afectar a personal de la Estación que se encontrara en labores de mantenimiento en un radio de 40 metros. Así como las personas del predio que se encuentra a espaldas de la estación.                                                                                                                                  |  |  |
|  | Instalaciones/<br>producción | Radiación<br>térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 21 metros y podría afectar el Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores,                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |  |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|--|--------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |                          |                                               | <p>Sistema de almacenamiento, y el Panel de prioridades. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|  |  |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | <p>La zona de amortiguamiento es de 39 metros y podría afectar a la ERM, Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación.</p> |  |  |
|  |  | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | <p>La zona de riesgo por sobrepresión no afectara</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 133 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|                 |           |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |           |                   |                                               | Instalaciones o equipos de la Estación ya que no se excedió el LOC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                 |           |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión es de 40 metros y podría afectar al Compresor, al área de almacenamiento, Panel de prioridades, poste de carga. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas. Así como las instalaciones del predio que se encuentra a espaldas de la estación. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5.2.1,<br>5.6.1 | Población | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es menor a 15 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Controlador Lógico Programable (PLC)</li> <li>Válvula de bola</li> <li>Válvula de seguridad (relevo de presión)</li> <li>Alarma acústico luminosa</li> <li>Detectores de mezclas explosivas</li> <li>Paro de emergencia.</li> <li>Sistema Contra Incendio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de</li> </ul> |
|                 |           |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 28 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 134 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                |                   |                                               | evento, así como los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación.                                                                                                                                                   |  | <p>respuesta a emergencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias.</li> <li>• Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> <li>• Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.</li> <li>• Colocar señalización restrictiva</li> </ul> |
|  |                |                   | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  |                |                   | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará a zonas vulnerables de población, ya que no hay asentamientos humanos en un radio de 25 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento. |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  | Medio Ambiente | Radiación térmica | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 15 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  |                |                   | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 28 metros y no afectará factores ambientales ya que ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  |                |                   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 135 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                 |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |                 |                          |                                               | características iniciales.                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|  |                 |                          | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por explosión no afectará factores ambientales, ya que No se excedió el LOC.                                                                                                                                                                       |  |  |
|  |                 | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | La zona de amortiguamiento por sobrepresión no afectará factores ambientales, ya que no hay factores ambientales en un radio de 25 metros debido a que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.                            |  |  |
|  |                 |                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |
|  | <b>Personal</b> | <b>Radiación térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 15 metros y podría afectar a personal de la Estación que eventualmente se encuentre ahí laborando.                                                                                                                                           |  |  |
|  |                 |                          | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 28 metros. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de amortiguamiento durante el evento, así como los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación. |  |  |
|  |                 | <b>Sobrepresión</b>      | Zona de alto riesgo 1 psi                     | La zona de alto riesgo por sobrepresión no afectará a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas ya                                                                                                                                       |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 136 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

|  |                              |                      |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|--|------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | Instalaciones/<br>producción | Radiación<br>térmica | Zona de amortiguamiento 0.5 psi               | <p>que no se excedió el LOC.</p> <p>La zona de amortiguamiento por sobrepresión eventualmente podría afectar a personal de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas que se encontrara en labores de mantenimiento en un radio de 25 metros.</p>                                                                                         |  |  |
|  |                              |                      | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de alto riesgo es de 15 metros y podría afectar al Área de los Surtidores, la ERM, el área de oficinas y baños, el Sistema de Almacenamiento y el Panel de prioridades. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas |  |  |
|  |                              |                      | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de amortiguamiento es de 28 metros y podría afectar a la ERM, Compresor, Poste de carga, Cuarto de mantenimiento, el Área de los Surtidores, Sistema de almacenamiento, Panel de prioridades y el área de oficinas y baños. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en                                |  |  |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
**“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL**  
**ZAPOPAN SA DE CV”**

|  |  |                              |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|--|--|------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |                              |                                               | el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas, así como las personas del predio que se encuentra a espaldas y a un costado de la estación y los carros que pudieran estar circulando por la carretera que se encuentra al frente de la estación.         |  |  |
|  |  | <b>Radiación<br/>térmica</b> | Zona de alto riesgo 5 kW/m <sup>2</sup>       | La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos de la Estación ya que no se excedió el LOC.                                                                                                                                                                            |  |  |
|  |  |                              | Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m <sup>2</sup> | La zona de Amortiguamiento por sobrepresión afectaría a los equipos de la Estación en un radio de 25 metros como lo es el Área de Surtidores y el Poste de carga. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación. |  |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 138 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

## **5.7 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO**

### **5.7.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD**

La Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC cuenta con los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad siguientes:

#### ***SISTEMAS DE SEGURIDAD FÍSICA***

La superficie exterior de las tuberías aéreas de acero al carbono deberá estar protegida contra la corrosión atmosférica con un recubrimiento que cumpla con las Normas Aplicables para el control de corrosión. El color del recubrimiento deberá ser amarillo y será señalizada de acuerdo con la normatividad nacional aplicable en materia de colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías vigente.

La tubería de Baja presión de acero al carbono (de 4” de diámetro), saliendo de la ERM y hasta la entrada del cuadro de medición la tubería será enterrada y contará con la protección catódica correspondiente, posteriormente a este tramo la tubería estará alojada dentro de una trinchera desde el cuadro de medición hasta la llegada a los compresores.

Por su parte, toda la tubería de alta presión estará alojada dentro de trincheras de concreto bajo nivel de piso terminado y montada sobre soportes de acero y abrazaderas con polímero y protegida con rejillas tipo “Irving” para evitar cualquier daño mecánico.

#### ***SEGURIDAD OPERATIVA***

Dispositivos de seguridad, que son capaces de detectar y operar por presiones anormales:

- Válvula de bola

Una válvula de bola o válvula de esfera, es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza por que el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

- Válvula de cierre manual

Las válvulas de cierre regulan el flujo de líquidos y gases en las tuberías mediante la apertura y el cierre de forma manual.

- Válvulas de seguridad (relevo de presión)

La válvula de seguridad garantiza un control automático de la presión interna del gas, su objetivo es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Cuando la presión del fluido alcanza un valor prefijado, se produce la apertura del obturador, que no cierra mientras la presión no descienda una cierta cantidad bajo dicho valor.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 139 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

- Medidor de flujo másico

Los medidores de caudal másicos están diseñados para medir directamente el caudal del fluido en unidades de masa, como por ejemplo Kg/h, en lugar de medir el caudal en volumen, como m<sup>3</sup>/h.

- Controlador lógico programable (PLC)

Es una computadora industrial dedicada a controlar cada operación del sistema, la cual decide cuándo y que presión de descarga se requiere. El sistema electrónico del sistema de compresión requiere de una gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos de control, tales como sensores, transductores de presión y temperatura, indicadores de presión, temperatura y nivel, válvulas con actuadores neumáticos, etc. Dispositivos con los que se monitorean los parámetros y condiciones de los equipos y de igual manera condiciones para provocar un paro de emergencia como puede ser detección de una concentración de mezclas de gas explosiva en el ambiente, altas temperaturas en las etapas de compresión, altas presiones de descarga, etc. Lo que significa que el sistema es inteligente y seguro.

- Válvula Check

Es un dispositivo generalmente usado para sistemas hidráulicos que permite solo el flujo de líquidos en una sola dirección, es decir, previene el flujo en reversa aislando completamente la zona anterior de donde ahora están los fluidos. Éstas son de las pocas válvulas que ya están automatizadas y que no requieren asistencia manual para que puedan funcionar completamente.

- Válvula automática

Como medida de seguridad en caso de una caída o subida de presión anormal en el sistema, se instalará una válvula de cierre automático, que es un dispositivo que cuenta con un sensor de presión que dispara automáticamente el cierre de la válvula en el caso de una brusca caída o subida de presión, condición que puede indicar una fuga o ruptura en la tubería o en el caso contrario, una sobre presión.

- Manómetro

Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.

- Válvula de exceso de flujo

Una válvula de exceso de flujo es un dispositivo mecánico de seguridad que puede ser instalado en una línea de servicio de gas natural, y está diseñado para apagar automáticamente el flujo de gas natural en la línea de servicio en caso de una ruptura significativa, punción o ruptura en la línea.

- Válvula de corte de operación manual

La válvula de corte está seleccionada para interrumpir el flujo de gas automáticamente cuando exista un decremento de presión, que puede ser ocasionada por una fuga.

- Válvula manual de aislamiento

También llamadas Válvulas de cierre, de interrupción, de bloqueo o de corte en virtud de su propósito dentro del sistema de fluidos. Las Válvulas de aislamiento pueden ser clasificadas en dos grandes

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 140 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

grupos en función del movimiento que realizan para la obstrucción del fluido: Válvulas de aislamiento lineal y Válvulas de aislamiento giratorias o rotatorias.

## **SISTEMA CONTRA INCENDIO**

### **Componentes del Sistema:**

La Estación de Suministro y Terminal de Carga contará con los siguientes dispositivos contra incendio:

- Sistemas de extinción
- Sistema de detección de mezclas explosivas
- Sistemas auxiliares
- Sistema de alarmas estroboscópicas
- Sistema de paro de emergencias

Ver Memoria Técnica Descriptiva y Justificativa del Sistema Contra-Incendio (Anexo VI)

### **5.7.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

Las medidas preventivas para reducir las situaciones de riesgo es la aplicación de Mantenimiento, Medidas de Seguridad, Procedimientos operativos, Control de Riesgos y la implementación de Planes de Respuesta a Emergencia que son necesarios para:

- Reducir al mínimo y limitar los peligros y consecuencias resultantes de una emergencia en la Estación de Suministro y Terminal de Carga.
- Establecer los pasos a seguir en caso de que ocurra un accidente/incidente y estar preparados para actuar rápida y adecuadamente.
- Responder con acciones predeterminadas y coordinadas en vista de mantener el control
- Minimizar el impacto del accidente/incidente en todos los interesados para el normal reinicio de labore en la Estación de Suministro y Terminal de Carga.
- Se debe asegurar que toda persona lesionada reciba la adecuada atención médica;
- Determinar las causas del accidente/incidente y aprender de las mismas como reducir al mínimo la posibilidad de una repetición.
- Se preparará un plan de respuesta para emergencias en el cual se establecerá la organización y procedimientos para responder efectivamente a un incidente relacionado a la Estación de Suministro y Terminal de Carga.

### **Operación de la Estación de Suministro y Terminal de Carga**

Antes del inicio de operaciones de la Estación de suministro y Terminal de Carga deben realizarse las pruebas hidrostática o neumática del sistema, además de que la tubería y accesorios deben probarse hidrostáticamente a 1.5 veces o neumáticamente a 1.1 veces la presión de diseño.

Posteriormente, para que la Estación de suministro y Terminal de Carga opere en forma segura y

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 141 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

eficiente se contará con lo siguiente:

- Procedimientos de Pre-arranque y operación que integren las medidas de seguridad para cada actividad. Estos procedimientos deben estar actualizados y disponibles en el sitio de trabajo.
- Personal competente para la ejecución de sus actividades. La operación de la Estación de suministro y Terminal de Carga sólo podrá ser realizada por personal calificado para las funciones asignadas.
- Reportes de la integridad mecánica de los equipos que conforman Estación de suministro y Terminal de Carga.
- Procedimiento de administración de cambio
- Se debe conservar durante la vida útil de la Estación de suministro y Terminal de Carga, los manuales, resultados, gráficas y registros de las pruebas realizadas, las acciones derivadas de las mismas y la bitácora de esas actividades, y proporcionarlas a la Agencia y a la Unidad de Verificación cuando le sean requeridas.
- Los caminos de ingreso y egreso, y las áreas de carga de GNC deben estar habilitados, delimitados, señalizados e iluminados para permitir el libre tránsito.

#### **Descripción de maniobras de acercamiento de carga de GNC en la Estación de Suministro**

Los vehículos deberán detenerse próximos a las islas de suministro de GNC, para lo cual, el área de carga cuenta con las señalizaciones necesarias para que el vehículo se detenga en el lugar óptimo. Se deben considerar las siguientes acciones durante el procedimiento de transferencia de GNC al cilindro del vehículo:

- El acceso a la estación deberá ser exclusivamente por la entrada.
- El procedimiento de transferencia de carga deberá iniciarse cuando se apague el motor del vehículo en la zona de carga.
- El acercamiento y estacionamiento del vehículo debe ser exclusivamente en marcha hacia adelante, en sentido de circulación de la estación. Se considera como estacionamiento el tiempo exclusivo que dura el procedimiento de transferencia de GNC, por lo que ningún vehículo podrá permanecer en los lugares de suministro de las islas si este procedimiento no se está realizando.
- Los conductores y todos los ocupantes de los vehículos deberán descender de la unidad y colocarse en la zona de seguridad (frente a la unidad).
- El motor y todo componente eléctrico del vehículo deberá permanecer apagado.
- Durante la transferencia de GNC, ninguna persona ajena a la operación para el suministro podrá permanecer fuera del área de seguridad.
- El procedimiento de transferencia finaliza cuando el vehículo abandona la zona de carga.
- El abandono de la estación deberá ser exclusivamente por la salida.

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 142 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

| Tiempo de carga promedio | Volumen promedio de carga | Vehículos promedio Cargados por manguera/h |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 6:00 min                 | 16.25 m <sup>3</sup>      | 10                                         |

### Descripción de maniobras de acercamiento de Carga de GNC en la Terminal

Los semirremolques deberán seguir la línea de entrada de semirremolques, detenerse próximos al poste de suministro y colocarse en posición de reversa en dirección al poste de suministro, para lo cual, el área de carga cuenta con las señalizaciones necesarias para que el vehículo se detenga en el lugar óptimo. Se deben considerar las siguientes acciones durante el procedimiento de transferencia de GNC al cilindro del semirremolque:

- El acceso a la estación deberá ser exclusivamente por la entrada.
- El personal encargado del área deberá utilizar Equipo de Protección Personal de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008.
- Ubicar el semirremolque a su llegada a la estación en la zona de “espera”.
- El operador del semirremolque deberá asegurarse que el módulo se posicione correctamente en la zona de descarga.
- El módulo deberá ingresar al carril que el técnico proveedor de gas de la estación indique.
- Después de posicionar el módulo se deberán desconectar las mangueras de corriente y aire del tráiler.
- Se retirará el tráiler de la zona de carga.
- El personal encargado de proveer el gas colocará señalética de seguridad (conos de seguridad o tritambos para delimitar el área del tránsito).
- Se deberá colocar de manera adecuada las calzas de seguridad en las llantas más cercanas al poste de descarga.
- Las puertas de los módulos al abrirse se deberán asegurar con tensores.
- Se deberá colocar la tierra física del poste al módulo.
- El operador debe tener en todo momento conectado un módulo para descompresión y contar con otro módulo en espera, siempre y cuando el módulo se encuentre en el carril de descarga.
- El procedimiento de transferencia de carga deberá iniciarse cuando el tráiler se haya retirado de la zona de carga y se haya cumplido con las condiciones de seguridad mencionadas en los puntos anteriores.
- Durante la transferencia de GNC, ninguna persona ajena a la operación para el suministro podrá permanecer en la terminal de carga.
- El procedimiento de transferencia finaliza cuando el módulo abandona la zona de carga.
- El abandono de la estación deberá ser exclusivamente por la salida.

Además de lo anteriormente expuesto se contará con las siguientes medidas preventivas:

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 143 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

#### **a) Manual de operación de la Estación de suministro y Terminal de Carga**

La Estación de Suministro y Terminal de Carga contará con un Manual de Operación, el cual va a contener la información para la operación del sistema como son diagramas de tubería e instrumentación, condiciones operativas, planos constructivos, diagramas unifilares, planos de clasificación de áreas eléctricas, manuales del fabricante, entre otros, los cuales deben estar siempre actualizados y disponibles en el sitio de trabajo.

#### **b) Manual de seguridad**

Un documento propio de la empresa que recoge los riesgos generales y los específicos de los puestos de trabajo, así como medidas preventivas aplicables.

#### **c) Programa preventivo de mantenimiento**

La Estación contará con un manual de procedimientos de mantenimiento preventivo de la tubería, accesorios, equipos y señalización, el cual su objetivo principal es mantener la estación segura y en óptimas condiciones para su operación.

El encargado de seguridad e higiene y medio ambiente es el responsable de dar los recorridos a las instalaciones de la estación, por lo cual podrá detectar daño, obstrucción, descompostura y/o rotura de las tuberías accesorios, equipos y señalización, y será el encargado de pasar un reporte al departamento de mantenimiento.

#### **d) Plan de Atención de Emergencias.**

Para la Prevención y Control de Emergencias de la Estación de Suministro y Terminal de Carga se contará con un plan específico para el sistema en el cual se consideren todos los escenarios de emergencia identificados en el análisis de riesgos y que incluirá el procedimiento a seguir en caso de ocurrir alguno de los escenarios identificados. La estación de suministro y Terminal de Carga contará con Procedimientos operativos que describen la forma de realizar sus actividades, siendo de relevancia mencionar que es operada por personal capacitado y equipado con todos los implementos de seguridad necesarios.

En esta etapa se incluyeron y desarrollaron conceptos tales como:

- Formación y actuación de Brigadas Contra incendios.
- Filosofía Operación de Sistemas Contra incendios.
- Programas y procedimientos de evacuación y abandono de la instalación, entre otros.

#### **e) Capacitación**

La empresa cuenta con algunos cursos de capacitación y registros de asistencia a los mismos y grado de participación. La formación permanente del personal que laborará en la Estación de suministro y Terminal de Carga en todos los niveles, técnicas y actividades que favorezcan una mayor eficacia en los servicios y una mayor integración del personal a sus funciones, por lo cual cuenta con un plan

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 144 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

estratégico de formación para el personal técnico y operativo, reforzando la capacitación en atención de emergencias y prevención y atención de siniestros.

### 5.7.3 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Tabla 23. Recomendaciones de la identificación de peligros y evaluación de riesgos.

| No. | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Identificación del nodo, sistema, o km | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Responsable                               | Nivel de riesgo |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                                                   | No.                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                 |
| 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación a los empleados en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> <li>Inspección regular al sistema.</li> <li>Contar con un Programa de mantenimiento y cumplirlo</li> <li>Plan de respuesta a emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Señalización restrictiva.</li> </ul> | 1                                      | Elemento 6, 7, 10, 11, 12 y 13                    | 1.4.1<br>1.6.1      | Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición. | Representante Técnico y jefe de operación | B               |
| 2   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación con la empresa proveedora de gas natural.</li> <li>Inspección regular al sistema.</li> <li>Plan de entrenamiento personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> </ul>                                                                                                                                                                | 2                                      | Elemento 6, 7, 10, 11, 12 y 13                    | 2.2.2,<br>2.5.1     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                  | Representante Técnico y jefe de operación | B               |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 146 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>"ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV"</b> |                     |                   |

| No. | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Identificación del nodo, sistema, o km | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Responsable                               | Nivel de riesgo |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                                                   | No.                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |                 |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con un plan de contingencias y la formación de brigadas para casos de emergencia.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Señalización restrictiva.</li> </ul>                                                                                                                            |                                        |                                                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |                 |
| 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> </ul> | 3                                      | Elemento 6, 7, 10, 12 y 13                        | 3.2.2               | Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                                                                                       | Representante Técnico y jefe de operación | B               |
| 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             | 4                                      | Elemento 6, 7, 10, 11, 12 y 13                    | 4.2.1,<br>4.6.1     | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar | Representante Técnico y jefe de operación | B               |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
"ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOPAN SA DE CV"

| No. | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Identificación del nodo, sistema, o km | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Responsable                               | Nivel de riesgo |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                                                   | No.                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |                 |
|     | <p>de brigadas para caso de emergencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Colocar señalización restrictiva</li> <li>Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> <li>Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> </ul> |                                        |                                                   |                     | el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                                                                                                                                                                    |                                           |                 |
| 5   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>Contar con un plan de entrenamiento del</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                                      | Elemento 6, 7, 10, 11, 12 y 13                    | 5.2.1, 5.6.1        | Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de | Representante Técnico y jefe de operación |                 |

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**  
“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL  
ZAPOPAN SA DE CV”

| No. | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Identificación del nodo, sistema, o km | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo |             | Responsable | Nivel de riesgo |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                                                   | No.                 | Descripción |             |                 |
|     | <p>personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>• Colocar señalización restrictiva</li> <li>• Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> <li>• Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> </ul> |                                        |                                                   |                     | ignición.   |             |                 |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 149 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

**Tabla 24. Programa para la implementación de las recomendaciones.**

| Escenario de Riesgo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Recomendación por implementar |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            | Fecha o periodo para su implementación                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | No.                           | Nivel de Riesgo | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Responsable                                |                                                                                                                                             |
| Fuga de gas natural por corrosión externa y/o rotura en la tubería de la ERM a Compresores debido a daño a la pintura epóxica de la tubería y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de excavación y mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición. | 1.4.1 1.6.1                   | B               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación a los empleados en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> <li>Inspección regular al sistema.</li> <li>Contar con un Programa de mantenimiento y cumplirlo</li> <li>Plan de respuesta a emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Señalización restrictiva.</li> </ul>                                                     | Representante Técnico y jefe de operación. | A partir de mayo 2021 por toda la vida útil de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. |
| Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura de tubería de compresores a Panel de Prioridades, debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramientas en actividades de mantenimiento. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                  | 2.2.2, 2.5.1                  | B               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación con la empresa proveedora de gas natural.</li> <li>Inspección regular al sistema.</li> <li>Plan de entrenamiento personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>Contar con un plan de contingencias y la formación de brigadas para casos de emergencia.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Señalización restrictiva.</li> </ul> | Representante Técnico y jefe de operación. | A partir de mayo 2021 por toda la vida útil de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. |
| Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                                                                                                                                                                        | 3.2.2                         |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> </ul>                                                                                                                                                                | Representante Técnico y jefe de operación  | A partir de mayo 2021 por toda la vida útil de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 150 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

| Escenario de Riesgo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Recomendación por implementar |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                            | Fecha o periodo para su implementación                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | No.                           | Nivel de Riesgo | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Responsable                                |                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                            |                                                                                                                                             |
| Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o poste de carga debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición. | 4.2.1, 4.6.1                  |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Colocar señalización restrictiva</li> <li>Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> <li>Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> </ul> | Representante Técnico y jefe de operación. | A partir de mayo 2021 por toda la vida útil de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. |
| Fuga de gas natural por sobrepresión y/o rotura en tubería o surtidores debido a falla interna del compresor y/o golpe externo por error humano en el manejo de equipo y herramienta en actividades de mantenimiento y/o (por no bloquear las llantas del vehículo, colocar el freno del vehículo, apagar el motor y mala maniobra). La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.                                                                                                                                  | 5.2.1, 5.6.1                  |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento a equipos del sistema.</li> <li>Contar con un plan de contingencias, formación de brigadas para caso de emergencias.</li> <li>Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.</li> <li>Que todo el personal conozca el Protocolo de Respuesta a Emergencias</li> <li>Colocar señalización restrictiva</li> <li>Elaborar y dar cumplimiento a un Programa de detección de fugas en el sistema</li> </ul>                                                                                                        | Representante Técnico y jefe de operación. | A partir de mayo 2021 por toda la vida útil de la Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V. |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 151 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

| Escenario de Riesgo | Recomendación por implementar |                 |                                                                                                                                                 |             | Fecha o periodo para su implementación |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|
|                     | No.                           | Nivel de Riesgo | Recomendación                                                                                                                                   | Responsable |                                        |
|                     |                               |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación al personal en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades</li> </ul> |             |                                        |

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 152 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

## 5.8 CONCLUSIONES

Se desarrolló el Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos de la “Estación de suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.” generándose las siguientes conclusiones:

BOREALGAS CENTRAL ZAPOPAN S.A. DE C.V. se ha propuesto elaborar el Análisis de Riesgo para identificar, evaluar y categorizar los riesgos potenciales que se pudiesen presentar asociados a las actividades del proyecto; que comprende el suministro de gas natural a vehículos automotores y la carga de GNC a módulos de almacenamiento transportables, estableciendo las medidas necesarias para administrar su seguridad en niveles tolerables.

La metodología usada en la identificación de riesgo del Análisis de Riesgo es el Haz-Op (Hazard and Operability) por sus siglas en inglés, el cual utiliza ciertos parámetros con el fin de examinar la operación de una instalación y determinar tanto la probabilidad como la consecuencia de fallas. El nivel de riesgo se determina con base en la combinación de las probabilidades y consecuencias detectadas. Cualquier riesgo inaceptable requiere una acción correctiva de alta prioridad.

Para llevar a cabo la jerarquización de los riesgos identificados, se utilizó una Matriz de Frecuencia contra Consecuencia, y así se obtuvo un índice de riesgo para cada escenario planteado en la metodología Hazop.

El análisis de riesgos de la “Estación de suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.” permitió identificar los posibles escenarios de riesgo del sistema (HazOp) así como las salvaguardas existentes para emitir recomendaciones que permitan la disminución en la ocurrencia y consecuencia de los escenarios potenciales de riesgo identificados, señalar las medidas de seguridad necesarias para evitar la ocurrencia de los escenarios y cuantificar el impacto de los eventos si llegasen a ocurrir.

Después de cuantificar el impacto asociado a los escenarios potenciales de riesgo considerando las salvaguardas existentes, fue posible determinar zonas de riesgo y amortiguamiento para las operaciones de la “Estación de suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.”

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizó con la siguiente secuencia:

- Selección de escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia.
- Selección de escenarios de mayores consecuencias.
- Simulación de eventos con el simulador ALOHA 5.4.7 de los escenarios identificados en el Hazop.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 153 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOPAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

El escenario del Peor Caso es el siguiente:

### **NODO 3. Almacenamiento**

**Escenario 3.2.2** Fuga de gas natural en Cilindro de Almacenamiento por sobrepresión debido a fuego externo. La fuga puede encenderse formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

Las posibles afectaciones de la zona de alto riesgo por radiación térmica y sobrepresión hacia la población, medio ambiente, personal, instalaciones/producción serían las siguientes:

Población:

- Radiación térmica: La zona de alto riesgo es menor a 10 metros y no afectará a zonas vulnerables de población. Eventualmente podría afectar a las personas que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.
- Sobrepresión: La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.

Medio Ambiente:

- Radiación térmica: La zona de alto riesgo es de 10 metros y no se encuentran factores ambientales que pudieran resultar afectados, ya que la zona ha sido previamente impactada por lo que no conserva características iniciales.
- Sobrepresión: La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.

Personal:

- Radiación térmica: La zona de alto riesgo es de 10 metros y eventualmente podría afectar al personal que se encontraran en la zona de riesgo durante el evento.
- Sobrepresión: La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.

Instalaciones/producción:

- Radiación térmica: La zona de alto riesgo es de 10 metros y podría afectar al poste de Carga, el Compresor, el sistema de Almacenamiento, el Panel de prioridades y Cuarto eléctrico. Igualmente estaría afectando a los vehículos automotores que se encuentren estacionados en el área de carga de la Estación de Suministro y Terminal de carga de GNC Borealgas.
- Sobrepresión: La zona de riesgo por sobrepresión no afectara Instalaciones o equipos, ya que ninguna parte de la nube está por encima del LEL en ningún momento.

Por lo anterior se puede observar que, de acuerdo con la seguridad que conlleva las estaciones de suministro y las terminales de carga de gas natural comprimido, la probabilidad de ocurrencia de alguna contingencia es mitigable a razón de las medidas y dispositivos de seguridad conforme a la NOM-010-ASEA-2016. La estación de suministro y terminal de carga contará con medidas de control muy estrictas, para minimizar la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, entre las que destacan la certificación de equipos, procedimientos de seguridad, así como programas de

|                                                                                   |                                                                                                                                                          |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                               | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 154 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

mantenimiento preventivo y correctivo.

Los escenarios de riesgo deben ser considerados para su inclusión en el Protocolo de Respuesta a Emergencias, el cual debe ser difundido a todo el personal.

Finalmente se puede concluir, que el proyecto denominado “Estación de Suministro y Terminal de Carga de GNC: Borealgas Central Zapopan S.A. de C.V.” es una actividad altamente riesgosa dado el riesgo intrínseco elevado que conlleva el manejo de material combustible (gas natural), sin embargo, con la aplicación de las medidas de prevención y de seguridad mencionadas y revisadas en el diseño del Proyecto, las recomendaciones derivadas del presente estudio, así como la correcta y adecuada aplicación de los planes de Seguridad y de Atención a Emergencias, disminuyen las probabilidades de ocurrencia de los eventos de riesgo identificados.

### Recomendaciones

Las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la metodología empleada se presentan a continuación:

- No instalar o almacenar alguna otra sustancia peligrosa dentro del área de la estación de suministro y terminal de carga
- Toda la señalización de las tuberías, equipos y componentes, así como vialidades, rutas y salidas de emergencia, entre otras, debe mantenerse visible y en buen estado, cumpliendo con la normatividad nacional aplicable.
- Capacitación a los empleados en cuanto a los procedimientos para el desarrollo de sus actividades.
- Inspección regular de accesorios (bridas, empaques, etc.) de las tuberías, así como a los equipos.
- Revisión periódica del sistema de control de la corrosión.
- Programa de mantenimiento a sistema de tubería.
- Programa de mantenimiento a tanques de almacenamiento.
- Sistema de paro de emergencia en cada uno de los equipos.
- Evitar al máximo las excavaciones dentro de la estación de suministro y terminal de carga, una vez instalada la línea de gas.
- Dentro de los programas de entrenamiento en seguridad, se deberá incluir a administrativos, proveedores y contratistas.
- Mantener actualizados los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTIs).
- Incluir dentro de un programa, el mantenimiento al sistema contra incendio, que se instalará en la estación de suministro y terminal de carga, y aplicarlo por lo menos una vez al mes, y contar con una lista de verificación de las condiciones de dicho SCI.
- Verificación de continuidad eléctrica.
- Plan de acción en caso de fugas.
- Protocolo de respuesta a emergencias
- Supervisión del proceso y de las instalaciones en todo momento.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                    |                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
|  | REV.<br>00                                                                                                                                                         | FECHA<br>JUNIO 2021 | Página 155 de 155 |
|                                                                                   | <b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b><br><b>“ESTACIÓN DE SUMINISTRO Y TERMINAL DE CARGA DE GNC: BOREALGAS CENTRAL</b><br><b>ZAPOCAN SA DE CV”</b> |                     |                   |

- Todo el personal operativo y de supervisión deberá contar con su equipo de protección personal adecuado.
- Contar con un plan de entrenamiento del personal del establecimiento en técnicas de respuesta a emergencias.
- Contar con un plan de contingencias y formación de brigadas para casos de emergencia

## 5.9. RESUMEN EJECUTIVO

El Resumen Ejecutivo se encuentra en el **Anexo V**.