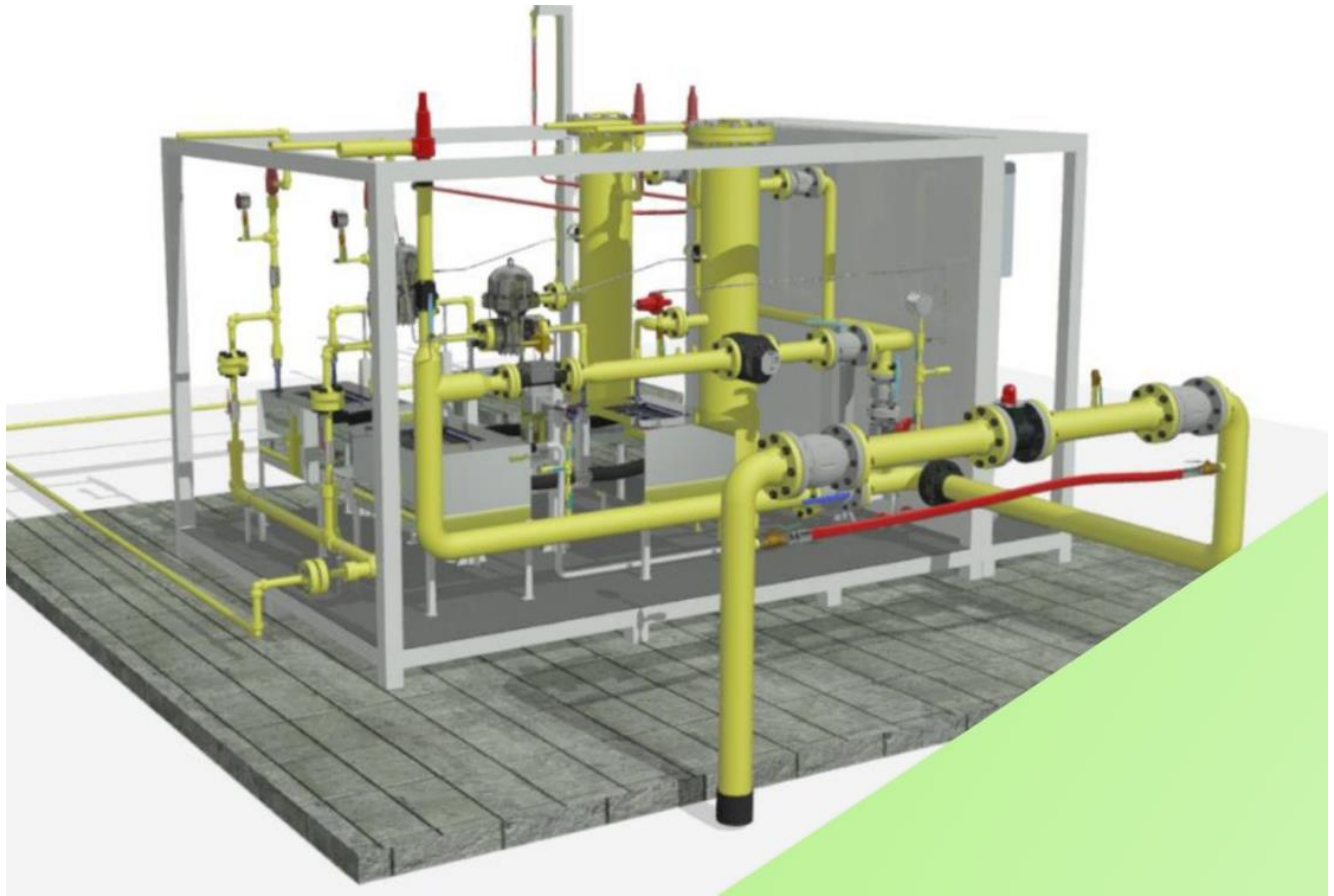


ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Proyecto: “Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”



Promoviente: ACCESGAS S.A.P.I

Mayo, 2020

Contenido

I. Descripción del proyecto y/o instalación	4
I.1 Proyecto y/o Instalación.....	19
II. Descripción detallada del proceso	21
III. Descripción del Entorno	40
IV. Análisis Preliminar de Riesgos	47
IV.1 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares.....	49
V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos.....	65
V.1. Análisis cualitativo de riesgo.....	67
V.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos	67
V.1.2. Jerarquización de escenarios de riesgo.....	67
V.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo.....	71
V.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias	71
V.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias	71
V.2.3 Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)	75
V.3. Análisis de Riesgo	75
V.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo	75
V.3.2. Análisis de Vulnerabilidad.....	75
V.4. Determinación de Medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP	81
VI. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de riesgo.....	81
VII. Conclusiones y Recomendaciones	89
VIII. Resumen Ejecutivo	90
VIII.1 Situación General que presenta el Proyecto	90
VIII.2 Conclusiones.....	98
VIII.3 Informe Técnico.....	99
IX. Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información presentada en el Análisis de Riesgos (Anexos)	

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del Proyecto (Municipal)	5
Figura 2. Ubicación del proyecto (Sitio).....	5
Figura 3. Módulos de la Estación de Descompresión.....	11
Figura 4. Ubicación de Extintores	17
Figura 5. Poste de descarga	22
Figura 6. Tren de entrada	23
Figura 7. Regulador de alta presión (primera etapa)	24
Figura 8. Segunda etapa de regulación	25
Figura 9. Filtración	26
Figura 10. Etapa de medición	27
Figura 11. Última etapa de regulación.....	28
Figura 12. funcionamiento de los dos trenes de regulación.....	28
Figura 13. Seccionamiento de baja presión by-pass. Anterior al regulador de baja	29
Figura 14. Sistema de Calentamiento	29
Figura 15. Tinas del sistema de calentamiento	31
Figura 16. Sistema de Control	32
Figura 17. Diagrama General del Tablero de Control.....	32
Figura 18. Componentes del Tablero de Control.....	33
Figura 19. DTI y área de seguridad y control de la EDGN.....	36
Figura 20. Rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704.....	40
Figura 21. Vista lateral del equipo de descompresión	40
Figura 22. Colindancias	41
Figura 23. Ubicación del proyecto (detalle)	42
Figura 24. Gráfica de dirección de viento en "Los Magueyes" para el periodo de mayo de 2019 a mayo de 2020.	45
Figura 25. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA.....	51
Figura 26. Sustancias involucradas en emergencias	52
Figura 27. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA	53
Figura 28. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	54
Figura 29. Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales	55
Figura 30. Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652.....	56
Figura 31. Emergencias notificadas en 2017	56
Figura 32. Metodologías empleadas	64
Figura 33. Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la descompresora	66
Figura 34. Dispositivos de seguridad en la estación.....	82

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Índice de Tablas

Tabla 1. Características de la estación de descompresión.....	7
Tabla 2. Factor de diseño por clase de localización.....	13
Tabla 3. Eficiencia de la junta longitudinal	14
Tabla 4. Factor por Temperatura	15
Tabla 5. Características de equipos principales.....	20
Tabla 6. Balance de Materia	34
Tabla 7. Equipos y accesorios	37
Tabla 8. Distancias entre las áreas de las Terminales	38
Tabla 9. Ubicación del proyecto y Estación de Descompresión	41
Tabla 10. Principales zonas colindantes del proyecto	43
Tabla 11. Valores promedio medidos en la estación "Los Magueyes" para el periodo de mayo de 2019 a mayo de 2020.....	44
Tabla 12. Datos de la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto.	45
Tabla 13. Valores promedio medidos en las estaciones climatológicas 11043 y 11057. ..	45
Tabla 14. Ejemplo de la lista de verificación.....	49
Tabla 15. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	51
Tabla 16. Eventos ocurridos en México	58
Tabla 17. Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999	60
Tabla 18. Resultados índices del sistema	62
Tabla 19. Resultados índices con reducción	62
Tabla 20. Probabilidad de ocurrencia.....	67
Tabla 21. Ejemplo Hoja de Trabajo HazOp.....	67
Tabla 22. Resultados finales HazOp.....	67
Tabla 23. Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Entrada a estación de descompresión previo a regulación).	68
Tabla 24. Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Tubería de la estación de descompresión posterior a primera etapa de regulación, incluye paso de segunda regulación).	68
Tabla 25. Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Salida de la estación de descompresión posterior a tercera etapa de regulación y previo a conexión con infraestructura de usuario).	69
Tabla 26. Jerarquización de riesgos totales por nodo	69
Tabla 27. Tasa de Descarga.....	72
Tabla 28. Interacciones.....	76
Tabla 29. Resultados por nodo.	76
Tabla 30. Medidas de prevención y mitigación.....	78
Tabla 31. Recomendaciones Técnico-Operativas.....	83
Tabla 32. Resultados por nodo.	92
Tabla 33. Medidas de prevención y mitigación.....	94
Tabla 34. Sustancias Manejadas (Solo se ocupa gas natural a lo largo de la estación de descompresión)	101
Tabla 35. Identificación y Clasificación de Riesgos.....	101
Tabla 36. Criterios para la Estimación de Consecuencias.....	101
Tabla 37. Resultados de la Estimación de Consecuencias	102

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

I. Descripción del proyecto y/o instalación

El proyecto consiste en el diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de una estación de descompresión de gas natural (EDGN) para atender la demanda de gas natural en los invernaderos propiedad de Agricultura Controlada S.A. de C.V. que tiene como primera etapa operar una caldera para mantener los parámetros de temperatura óptimos para la producción de hortalizas en 3 invernaderos tecnificados; posteriormente y de acuerdo a la proyección y crecimiento se pretende tener en operación un total de 5 calderas para mantener una producción estable en 43.24 hectáreas; la instalación de esta EDGN estará ubicada las instalaciones propiedad de Agricultura Controlada S.A. de C.V., con domicilio en [REDACTED]

[REDACTED]. Es importante aclarar que el proyecto constructivo del usuario final se encuentra actualmente en etapa de construcción. **DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**

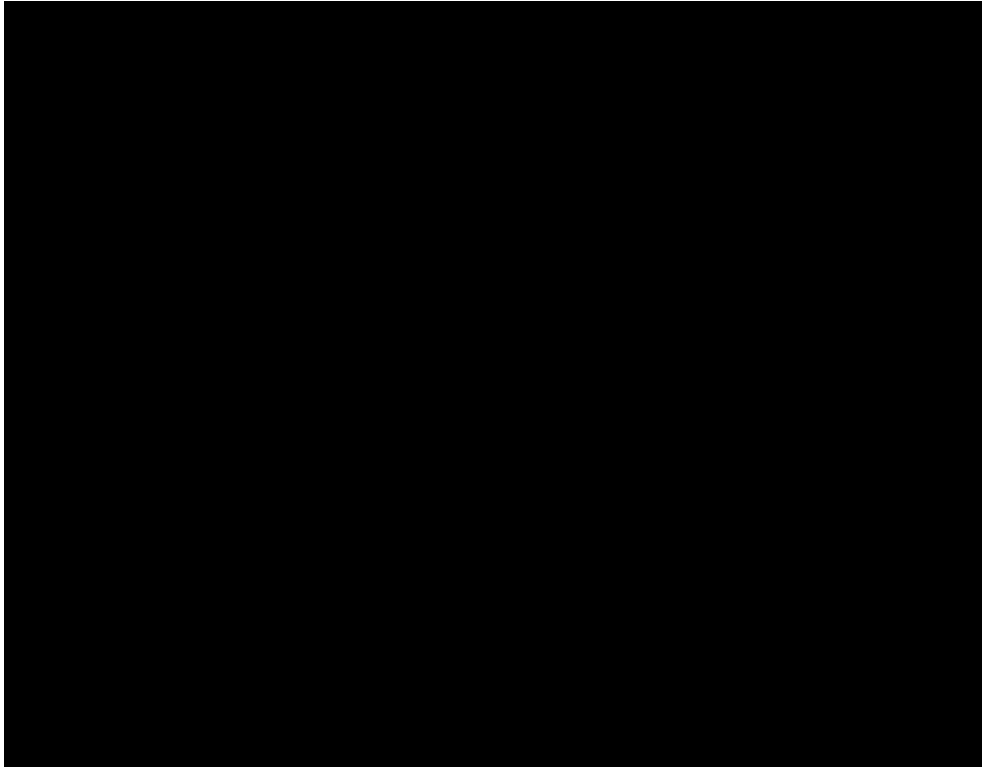
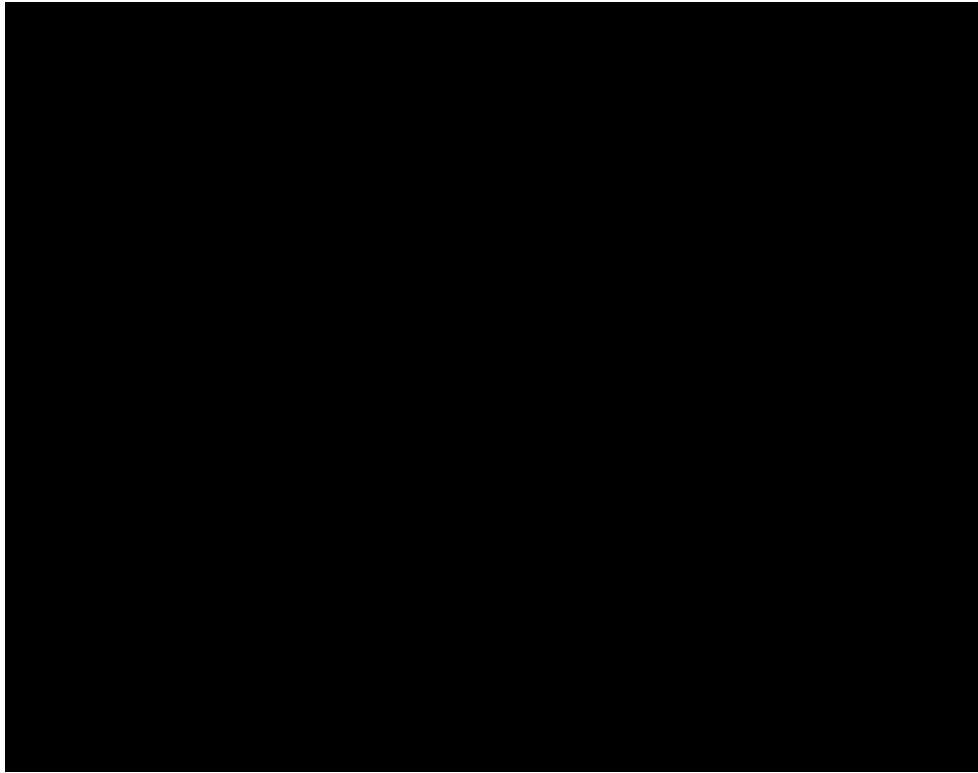
La EDGN se sujetará en todas sus etapas a las especificaciones y lineamientos establecidos a las buenas prácticas de la industria, la normatividad nacional y en temas de gas natural se tomarán criterios aplicables al proyecto de la NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores, debido a que es la única norma nacional que trata temas de gas natural comprimido como su título menciona.

La EDGN se conectará para obtener su suministro de contenedores (uno operando a la vez) adaptados para el manejo del combustible. La descompresión se compondrá de seis módulos: módulo de entrada, regulación (tres etapas entre módulos), filtración, medición, intercambiador de calor y control.

La EDGN será instalada en los terrenos del usuario, ligeramente cargado al Este del predio de la empresa, y al Noreste del municipio, la estación estará rodeada en sus primeros metros de la infraestructura de la empresa, así como de lotes baldíos a las afueras de los terrenos del usuario, tal como puede apreciarse en las figuras siguientes.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

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



“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

La construcción e instalación de la Estación de Descompresión, junto con todas sus obras y sus componentes está contemplado en un período de 129 días (comenzando este periodo posterior a autorización federal por parte de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente: ASEA), y la operación se plantea que inicie en el mes de septiembre-agosto 2020. Se puede consultar el Cronograma de Obra en el Anexo 4.1. El programa de la operación se encuentra en el Anexo 4.2.

La operación está garantizada por al menos 10 años, al término de este período, en caso de que no haya renovación de contrato para seguir con el servicio, se llevará a cabo el desmantelamiento de la estación, el cual se dará de forma muy rápida ya que todos los módulos se encuentran dentro de una cabina, sumado a que solo se debe desconectar de sus fuentes de suministro y servicios, se desmonta y se carga para su transporte, este paso se llevará en un máximo de 8 días. El cronograma de desmantelamiento se puede consultar en el Anexo 4.3.

Fundamentación Legal

El flujo de la EDGN no se considera realmente muy elevado, sin embargo, contará con alta presión dentro de su proceso, por lo que, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental, y considerando las buenas prácticas de la empresa Accesgas, S.A.P.I. de C.V. se presenta el siguiente estudio de riesgo ambiental para la actividad a realizar.

Debido a que se maneja gas natural (en su composición mayormente metano, considerada como actividad altamente riesgosa a aquella que lo maneje: “ACUERDO por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, listado de actividades altamente riesgosas”) y debido a que se realiza la actividad de descompresión (Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental) la cual requiere autorización de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental. Estos criterios cumplen con lo dispuesto en el artículo 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, donde se requiere la presentación de un Estudio de Riesgo bajo las condiciones mencionadas (sustancia y actividad) motivo por el cual se elabora el documento presente.

De acuerdo con que el proyecto corresponde al sector de Hidrocarburos, la competencia para la revisión y en todo caso aprobación corresponde a la Agencia de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).

Bases de diseño

El objetivo principal de la EDNG es, recibir el gas natural comprimido (GNC) de un contenedor a una presión de 245 bar y reducir la presión a una útil para el usuario final (2.5 bar) y cuantificar el volumen de gas suministrado para fines de facturación (el consumo se estima en aproximadamente 590 m³/hr con flujo de diseño de 944 m³/hr). Los parámetros de diseño de la EDGN son los siguientes:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

NOTA: En apartados donde sea ocupado el flujo o presión de salida se ocuparán los valores drásticos, 944 m³/hr para flujo y 2.5 bar para presión. En la memoria descriptiva del Anexo 4.4 plantea una presión después de la primera etapa de 11.77 bar. A pesar de existir tres etapas de regulación, en la segunda etapa mantiene la presión que sale de la primera etapa debido a que esta segunda etapa su principal función es el mantener la temperatura del gas natural.

Tabla 1. Características de la estación de descompresión

		Rango de Operación [m ³ /hr]
Flujo		590 a 944

Entrada	Presión [bar]	245
	Temperatura [°C]	20 a 25
Salida	Presión [bar]	2.5
	Temperatura [°C]	20 a 25

Debido a la alta presión del GNC y la gran reducción de presión, es necesario instalar un sistema de calentamiento a lo largo del área de regulación con el fin de mantener la temperatura del gas natural, y así mitigar el efecto de enfriamiento producido por la expansión del gas natural (Joules Thomson). Este sistema de calentamiento consiste en calentadores de agua y a través de un sistema de bombas, forzando la circulación de agua caliente por tinas, serpentín y tubería a lo largo de la estación (regulación). De igual forma, la estación cuenta con elementos de seguridad y control que permiten la operación segura de la misma, más adelante se describirán los puntos y elementos que la conforman.

Para el caso de la tubería que va a lo largo de la estación de descompresión, en este caso en específico el material que se empleará será de 2" de diámetro Acero al carbón A105 Ced. 160 Gr. X42 (entrada y área de regulación), al término de la regulación, la tubería será de Acero al carbón de 4" A105 Ced. 40 Gr. X42; la conexión con el contenedor será con mangueras flexibles de 1" de diámetro.

Gas de empaque:

Considerando:

- Un tráiler con capacidad de transporte que puede suministrar a este punto tendrá la siguiente especificación:
 - Capacidad de transporte 7,000 m³, traducido en 4,536 kg de gas natural a 3,555.83 psig.
- La tubería de la estación de descompresión se compone de lo siguiente:
 - Tubería de acero al carbón de 2" de diámetro ced. 160 x 10 metros de longitud aproximadamente a 3,555.83 psig (incluye mangueras)
 - Tubería de acero al carbón de 2" de diámetro ced. 160 x 4 metros de longitud aproximadamente a 170.7 psig.
 - Tubería de acero al carbón cédula 40 de 4" de diámetro x 4 metros de longitud aproximadamente a 36.25 psig.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

NOTA: La longitud es aproximada ya que no se tiene la construcción de la estación de descompresión de forma final, por lo que las dimensiones son referencia de planos y áreas reflejadas. La longitud de la manguera y accesorios ya va incluida en estas longitudes.

El tráiler como gas de empaque maneja 4,536 kg, por lo que solo queda el cálculo del gas de empaque de la tubería, accesorios e instrumentos que van en la estación de descompresión, y tomando los datos anteriores tenemos los siguientes resultados:

PROYECTO	Estación de Descompresión Agricultura Controlada			
	Unidades Sistema Inglés		Unidades Sistema Internacional	
Longitud de tuberías	32.81	pie	10	m
diámetro Externo de tuberías	2.375	pulg	Acero inoxidable	
Espesor de tuberías	0.344	pulg		
Presión de operación	3,555.83	psig		
Volumen de gas de empaque	123.70	pie ³		
Longitud de tuberías	13.12	pie	4	m
diámetro Externo de tuberías	2.375	pulg	Acero al carbón	
Espesor de tuberías	0.344	pulg		
Presión de operación	170.70	psig		
Volumen de gas de empaque	2.57	pie ³		
Longitud de tuberías	13.12	pie	4	m
diámetro Externo de tuberías	4.500	pulg	Acero al carbón	
Espesor de tuberías	0.237	pulg		
Presión de operación	36.25	psig		
Volumen de gas de empaque	4.02	pie ³		
EMPAQUE	130.29	pie ³	3.69	m ³
	3.69	m ³		
Densidad del aire	0.0764	lb/pie ³		
Gravedad específica gas natural	0.62			
	6.17	lb		
	2.81	kg	Densidad aire 60°C	

Como se puede observar, el gas de empaque que tendrá la estación de descompresión es una cantidad prácticamente nula (2.81 kg), y esto es debido al tamaño de la misma.

El gas total de empaque de todo el sistema sería el siguiente:

$$\text{Gas total de empaque} = \text{Gas de empaque tráiler} + \text{Gas de empaque descompresora}$$

$$\text{Gas total de empaque} = 4,536 \text{ kg} + 2.81 \text{ kg} = \mathbf{4,538.81 \text{ kg}}$$

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Gas de Consumo Diario:

El usuario tendrá un consumo diario máximo de 944 m³/hr, por lo que esto se traduce a lo siguiente:

Considerando la densidad dentro del tráiler (4,536 kg / 7,000 m³ = 0.65 kg/m³):

*Se considera de esta forma ya que a pesar de tener presiones diferentes en el tráiler y en la salida a usuario, en la medición se tiene corrige la lectura por presión y temperatura.

$$\rho_{gas\ natural} = \frac{masa}{volumen} = \frac{kg}{m^3}$$

$$Consumo\ diario\ de\ gas\ natural\ en\ kg = 0.65 \frac{kg}{m^3} * 944 \frac{m^3}{hr} = \mathbf{611.71 \frac{kg}{hr}}$$

a) Preparación y Construcción

Debido a que el terreno donde se pretende instalar la EDGN se encuentra en una sección en terreno virgen sin construcción, no se requiere realizar obras de demolición; únicamente se desarrollarán actividades de preparación y nivelación del terreno.

Las actividades de preparación del sitio incluyen el desarrollo de los siguientes trabajos:

- Excavación en caja a máquina de 30 a 40 cm de terreno para mejoramiento del mismo, sólo en área de losas de equipo de descompresión y peatonal.
- Relleno con material producto de excavación compactado de un 95% hasta un 98% en capas de 20 cm.
- Relleno con grava espesor de 15 cm, como acabado en superficie de membrana de polietileno
- Trazo y nivelación de terreno, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel.
- Acarreo de material sobrante.
- Limpieza en todo el terreno.

No será necesaria la remoción de individuos arbóreos, toda vez que no se encuentra ninguna especie de estas en la zona.

b) Obra civil

- **Plancha de concreto para descompresora**
 - Colocación de concreto hidráulico de 18 cm de espesor acabado rayado longitudinalmente
 - Plancha de concreto para estación de descompresión y poste de carga, con acelerante, 2 mallas de acero de refuerzo a 15 cm intercalas.
- **Pasajuntas**
 - Se deben colocar pasajuntas de 46 cm de varilla lisa de 1" de diámetro a 30 cm de separación con aplicación de juntas expansión.
- **Topes de contención**
 - Especificación del concreto armado de acero para los topes de contención, preparado para el impacto de las llantas.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

- **Postes de Contención**
 - Se deben colocar postes de contención tubulares de 4” a base de tubería de acero al carbón y concreto, longitud de 1.5 metros.
- **Postes y pintura de señalamiento**
 - Se deben colocar postes de señalamiento vial a base de caucho.
 - Se debe aplicar pintura para señalamiento vial de 10 cm de espesor tipo “vía color comex” o similar.
- **Entrada de Semirremolques**
 - Terreno compactado y nivelado.

c) Obra eléctrica

- **Red de sistema de tierras**
 - Deberá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la NOM-001-SEDE-2012
 - Hacer mediciones de resistencia de suelo (resistividad del medio – OHM) factor de seguridad +2.0
 - Sistema de tierras único de malla cerrada con protección de sobretensión unido por soldaduras CADWELL
 - Todos los equipos y puertas metálicas deben ser puestos a tierra.
 - Se debe dejar una barra de tierra en la parte posterior de los topellantas para aterrizar los contenedores. En caso de dudas, utilizar carga estática de baja tensión – 4.0 ohm
- **Iluminación interna para la estación a prueba de explosión**
 - Luminaria deberá ser a prueba de explosión Clase 1, División 2 y deberá cumplir con NOM-001-SEDE-2012 Artículo 501-130, inciso “B”.
 - El cable, tubería Conduit y sus accesorios deberán cumplir con la NOM-001-SEDE-2012 Artículo 501-10, Inciso “B”
- **Unidad Verificadora**
 - Se debe contratar unidad verificadora para dictaminar la instalación eléctrica, la cual debe ser proporcionada y pagada por la contratista.

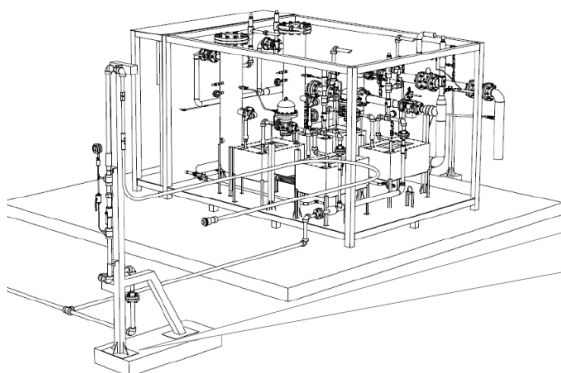
El resto de la obra eléctrica no se reporta ya que está dentro de la responsabilidad del usuario, la estación solo requiere una acometida de 110 V y lo mencionado anteriormente.

d) Instalación del equipo de descompresión

La instalación de la estación de descompresión comprende la colocación del equipo y la fijación de este, la estación está conformada por seis módulos: módulo de entrada, regulación (tres etapas entre módulos), filtración, medición, intercambiador de calor y control.

La siguiente figura muestra un esquema de que conforman la descompresión, en los siguientes puntos se mostrará la descripción de estos módulos y sus componentes:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”



ALIMENTACIÓN DE GAS
NATURAL COMPRIMIDO
(TRAILERS)

Figura 3. Módulos de la Estación de Descompresión

Proyecto Mecánico

La construcción de la tubería de la estación de descompresión será en acero al carbón, cumpliendo con los lineamientos que apliquen de la norma ASEA-010-ASEA-2016 “Gas Natural Comprimido”.

La conexión de entrada con la estación de descompresión será en manguera flexible de 1”; una vez dentro de la estación la tubería será en acero al carbón de 2” desde su entrada y hasta el área de regulación, una vez saliendo de esta área, la tubería será del mismo material, pero de 4” de diámetro.

Por lo que a continuación se presentan los cálculos para tubería de 2” Acero al carbón A105 Ced. 160 Gr. X42 y 4” Acero al carbón Ced. 40 Gr. X42:

e) Cálculo del Diámetro de la Tubería

El consumo mensual máximo será de $Q_{\text{mensual}} = 679,680 \text{ m}^3$

El gas a la entrada de la estación de descompresión en el área de regulación se consideró a una presión de operación de 250.0 kg/cm^2 manométricos. El gas posterior a regulación (cambio de diámetro y material) se consideró a una presión de 2.55 kg/cm^2 (máxima presión en esta etapa).

EL CONSUMO A LAS CONDICIONES REALES ESTÁ DADO POR:

$$Q = \frac{Q_s P_0}{P_1}$$

- Para tubería de 2” Acero al carbón Ced. 160 (desde entrada hasta regulación)

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Dolores Hidalgo, Guanajuato = 0.8275 Kg/cm^2

Q_s = Consumo estándar

P_0 = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM = 1.033 kg/cm^2

P_1 = Presión absoluta real del gas a las condiciones de entrada unidad de regulación

$P_1 = 250.0 \text{ kg/cm}^2 + 1.033 \text{ kg/cm}^2 = 251.03 \text{ kg/cm}^2$

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

$$Q = \frac{944 \frac{m^3}{hr} * 1.033 \frac{kg}{cm^2}}{251.03 \frac{kg}{cm^2}} = 3.88 \frac{m^3}{hr}$$

- Para tubería de 4" Acero al carbón Ced. 40 (posterior a regulación/incluye medición)

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Dolores Hidalgo, Guanajuato = 0.8275 Kg/cm^2

Qs = Consumo estándar

P₀ = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM = 1.033 kg/cm^2

P₁ = Presión absoluta real del gas a las condiciones de salida de la unidad de regulación

P₁ = $2.55 \text{ kg/cm}^2 + 1.033 \text{ kg/cm}^2 = 3.583 \text{ kg/cm}^2$

$$Q = \frac{944 \frac{m^3}{hr} * 1.033 \frac{kg}{cm^2}}{3.583 \frac{kg}{cm^2}} = 272.16 \frac{m^3}{hr}$$

Se tomará como base para una primera estimación de cálculo la velocidad recomendada por applied process design for Chemical & Petrochemical Plants Vol. 1 de Ernest E. Ludwig donde dice que la velocidad media del rango recomendado para gas natural en tuberías es:

$$v = 1,200 \text{ m/min}$$

El área transversal del tubo se calcula como sigue:

$$A = \frac{Q}{v}$$

- Para tubería de 2" de acero al carbón Ced. 160.

$$Q = 3.88 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0646 \text{ m}^3/\text{min}$$

A = área transversal

v = velocidad

$$A = \frac{0.0646 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m/min}} = 0.0000538 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0000538 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.008276 \text{ m} = 8.27 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 50.8 mm (2") para tubería de acero al carbón ced. 160 es correcto.

- Para tubería de 4" de acero al carbón Ced. 40

$$Q = 272.16 \text{ m}^3/\text{hr} = 4.53 \text{ m}^3/\text{min}$$

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

A = área transversal

v = velocidad

$$A = \frac{4.53 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m}/\text{min}} = 0.00378 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00378 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.06937 \text{ m} = 69.37 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 101.6 mm (4”) para tubería de acero al carbón Ced. 40 es correcto.

Cálculo del Espesor (tomado de la NOM-007-ASEA-2016 que menciona este cálculo, para tubería de acero al carbón que manejan gas natural)

Aplicación de la fórmula de Barlow para espesores de tuberías de transporte y distribución de gas.

$$t = \frac{PD}{2SFET}$$

DONDE:

t = Espesor del tubo en (m)

P = Presión interna de diseño (kg/cm²)

S = Resistencia de fluencia mínima especificada (kg/cm², kPa) = 2,952.89 kg/cm²

E = Eficiencia de la junta longitudinal

T = Factor de reducción por temperatura

La presión manométrica a la entrada de la estación y hasta el área de regulación es de 250.0 kg/cm² (la presión absoluta es de 251.03 kg/cm², a la salida de esta área la presión es de 2.5 bar (2.55 kg/cm²), la presión absoluta es de 3.58 kg/cm².

Tabla 2. Factor de diseño por clase de localización

Clase de Localización	1	2	3	4	5
Ruta general	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos secundarios	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos principales, vías de ferrocarril, canales, ríos y lagos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Trampas de diablos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Ducto principal en estaciones y terminales	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Construcciones especiales, como ensambles fabricados y Ducto en puentes	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45

De acuerdo con la NOM-007-ASEA-2016 las clases se definen de la siguiente forma:

a) Clase de localización 1. Lugares expuestos a la actividad humana poco frecuente sin presencia humana permanente. Esta Clase de Localización refleja áreas de difícil acceso, como los desiertos y regiones de la tundra;

b) Clase de localización 2. El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población inferior a 50 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta Clase de Localización refleja áreas

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

como tierras baldías, tierras de pastoreo, tierras agrícolas y otras zonas escasamente pobladas;

c) Clase de Localización 3. El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población de 50 personas o más, pero menos de 250 personas por kilómetro cuadrado, con múltiples viviendas, con hoteles o edificios de oficinas donde no más de 50 personas pueden reunirse regularmente y con industrias dispersas. Esta Clase de Localización refleja áreas donde la densidad de población es intermedia entre la Clase de Localización 2 y la Clase de Localización 4, tales como las zonas marginales ubicadas alrededor de las ciudades y pueblos, ranchos y fincas;

d) Clase de Localización 4. El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más ocupadas por personas y/o lugares con una densidad poblacional de 250 personas o más por kilómetro cuadrado, excepto donde prevalezca una Clase de Localización 5. Esta Clase de Localización refleja zonas donde existan desarrollos urbanos, zonas residenciales, zonas industriales y otras áreas pobladas que no estén incluidas en la Clase de Localización 5;

e) Clase de localización 5. Cuando además de las condiciones presentadas en una Clase de Localización 4, prevalece alguna de las características siguientes:

- I. Construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja;
- II. Vías de comunicación con tránsito intenso o masivo, e
- III. Instalaciones subterráneas de servicios prioritarios o estratégicas para la zona urbana.

Tabla 3. Eficiencia de la junta longitudinal

Especificación	Clase de Ducto	Factor de junta longitudinal (E)
ASTM A53	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado a tope en horno: Soldadura continua	0.60
ASTM A106	Sin costura	1.00
ASTM A135	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A139	Soldado por fusión eléctrica	0.80
ASTM A211	Ducto de acero soldado en espiral	0.80
ASTM A333	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A381	Soldado con doble arco sumergido	1.00
ASTM A671	Soldadura por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A672	Soldadura por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ISO 3183/API 5L	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado por "flasheo" eléctrico	1.00
	Soldado con arco sumergido	1.00
	Soldado a tope en horno	0.60

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Especificación	Clase de Ducto	Factor de junta longitudinal (E)
Otra especificación o especificación desconocida	Ducto con diámetro nominal igual o mayor de 101.6 mm (4")	0.80
Otra especificación o especificación desconocida	Ductos con diámetro nominal menor de 101.6 mm (4")	0.60

Tabla 4. Factor por Temperatura

Temperatura del gas K (°C)	T
394.26 o menor (121.11 °C)	1.000
* 422.03 (148.88 °C)	0.967
* 449.81 (176.66 °C)	0.933
* 477.59 (204.44 °C)	0.900
* 505.37 (232.22 °C)	0.867

- Para tubería de Acero al carbón 2" Ced. 160:

Sustituyendo para tubo de 2" tenemos:

$$t = \frac{251.03 \frac{Kg}{cm^2} * 0.060325m}{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * 0.55 * 1 * 1} = 0.004662m$$

Si se deja como margen para corrosión 1/8" (0.003175 m)

$$t_{requerida} = 0.004662 + 0.003175 = 0.007837 m$$

por lo tanto, el espesor seleccionado de 0.0087376 m (0.344") para tubo de 2" cedula 160 es correcto.

Ahora se calculará la presión máxima que resistirá el tubo considerando que:

t_{real} = espesor del tubo cédula 160 seleccionado menos 1/8" por corrosión futura

$$P = \frac{2StFET}{D} = \frac{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * (0.0087376 - 0.003175)m * 0.55 * 1 * 1}{0.060325 m} = 299.52 Kg/cm^2$$

Por lo tanto el tubo seleccionado en cédula 160 de 2" nominales resistirá una presión de 299.52 kg/cm², la presión de trabajo absoluta será de 251.03 kg/cm², por lo tanto queda aprobada la selección del tubo.

- Para tubería de Acero al carbón 4" Ced. 40:

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Sustituyendo para tubo de 4" tenemos:

$$t = \frac{3.58 \frac{Kg}{cm^2} * 0.1143m}{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * 0.55 * 1 * 1} = 0.0001259 m$$

Si se deja como margen para corrosión 1/8" (0.003175 m)

$$t_{requerida} = 0.0001259 + 0.003175 = 0.003300 m$$

por lo tanto, el espesor seleccionado de 0.0060198 m (0.237") para tubo de 4" cedula 40 es correcto.

Ahora se calculará la presión máxima que resistirá el tubo considerando que:

t_{real} = espesor del tubo cédula 40 seleccionado menos 1/8" por corrosión futura

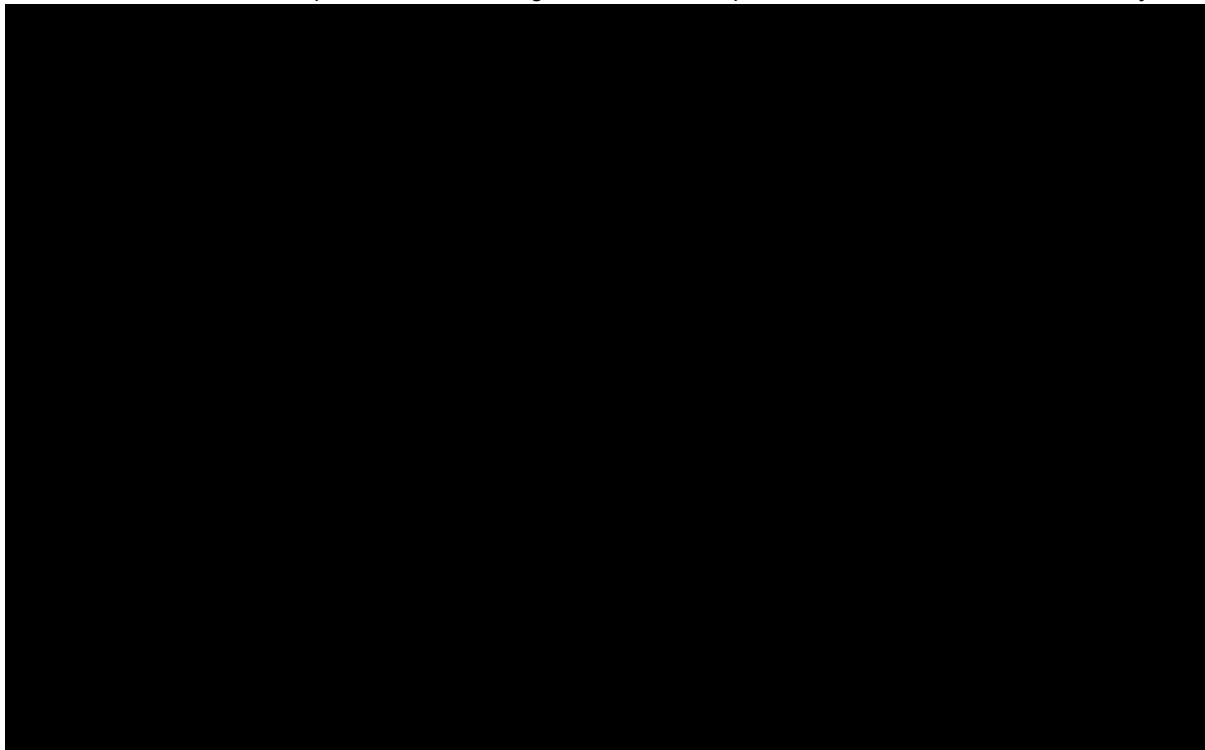
$$P = \frac{2St_{FET}}{D} = \frac{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * (0.0060198 - 0.003175)m * 0.55 * 1 * 1}{0.1143 m} = 80.84 Kg/cm^2$$

Por lo tanto el tubo seleccionado en cédula 40 de 4" nominales resistirá una presión de 80.84 kg/cm², la presión de trabajo absoluta será de 3.58 kg/cm², por lo tanto queda aprobada la selección del tubo.

f) Proyecto Sistema Contra Incendios

En la descompresora se tendrán 2 extintores, uno tipo PQS para tuberías e instrumentación y uno tipo CO₂ para el área del gabinete de control, con el fin de combatir cualquier eventualidad. Dichos extintores se colocarán en un área de fácil acceso, regularmente a la entrada de la estación. La capacidad de los extintores será de 6 kg para ambos y contarán con instrucciones impresas en el tanque, así como su especificación. A continuación, se muestra un plano sobre la propuesta de localización de estos:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”



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

Normatividad y Buenas Prácticas

Para el desarrollo de este proyecto, desde el diseño, hasta la obra, operación y mantenimiento se mantendrá un estricto apego a la normatividad nacional, internacional y buenas prácticas:

Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

NORMA OFICIAL MEXICANA	Título
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de Seguridad. Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-017-STPS-2008	Selección y uso del equipo de protección personal, en los centros de trabajo.
NOM-020-STPS-2011	Recipientes Sujetos a Presión
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NOM-100-STPS-1994	Extintores.

Normas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

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

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

NORMA OFICIAL MEXICANA	Título
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece límites máximos permisibles emisión de ruido de fuentes fijas y método de medición.
NOM-129-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de Protección Ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se presentan en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.

Normas de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

NORMA OFICIAL MEXICANA	Título
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del Gas Natural

Normas de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Título
NOM-010-ASEA-2016	Gas Natural Comprimido
NOM-007-ASEA-2016	Transporte de Gas Natural

Normas del Instituto Americano del Petróleo (API).

NORMA	Título
API-STD-1104	Estándar para la soldadura de ductos y sus instalaciones.
API-5L	Tubo de línea
API-6D	Válvulas de acero, bridas o soldables

Normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME/ANSI).

NORMA	Título
ASME/ANSI B.31.8	Sistema de tubería para transporte y distribución gas
ASME-B-16.5	Bridas para tubo de acero y accesorios bridados
ASME-B-16.9	Accesorios de fábrica de acero forjado para soldar a tope
ASME-B-16.11	Accesorios de acero forjado de embatir y soldar y roscados
ASME-B-16.20	Ranuras y empaquetaduras de anillo p/ bridas de acero
ASME-B-18.2.2	Tuercas cuadradas y hexagonales
ASME/ANSI-B.16.9	Accesorios para soldadura a tope fabricado de acero forjado

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Normas de la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas (ASTM).

NORMA	Título
ASTM-A-105	Forja de acero al carbón, para componentes de tuberías
ASTM-A-194	Tuercas para espárragos, de acero de aleación para servicio de alta presión y alta temperatura
ASTM-A-193	Material para atornillado en aleaciones y acero al carbón para servicio de alta temperatura.
ADS AS, 178	Especificación de electrodos para soldadura de arco

Normas de la Secretaría de Energía (SENER).

NORMA OFICIAL MEXICANA	Título
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas (utilización)

Otros Estándares y especificaciones de Referencia

Estándar	Especificación
Code of Federal Regulations, Título 49, Parte 192 del U.S. Department of Transportation	“Estándares Federales mínimos de seguridad: Transportación de gas natural y otros gases por gasoducto”

Especificaciones Generales de PEMEX.

NORMA	Título
07.3.13	Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.
NSPM AVII-30	Instalación eléctrica a prueba de explosión.
3.255.01	Gabinete y caja de interruptores.
NSPM C1.1 y C1.2	Válvulas de alivio de presión.
NSPM A1-1	Inspecciones y mantenimiento a extintores.

I.1 Proyecto y/o Instalación

Equipos de Proceso Principales y Auxiliares

La estación de descompresión es un solo equipo de proceso, sin embargo, para este proyecto en particular se conformará por seis módulos principales y sus componentes, los cuales a continuación se clasifican:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

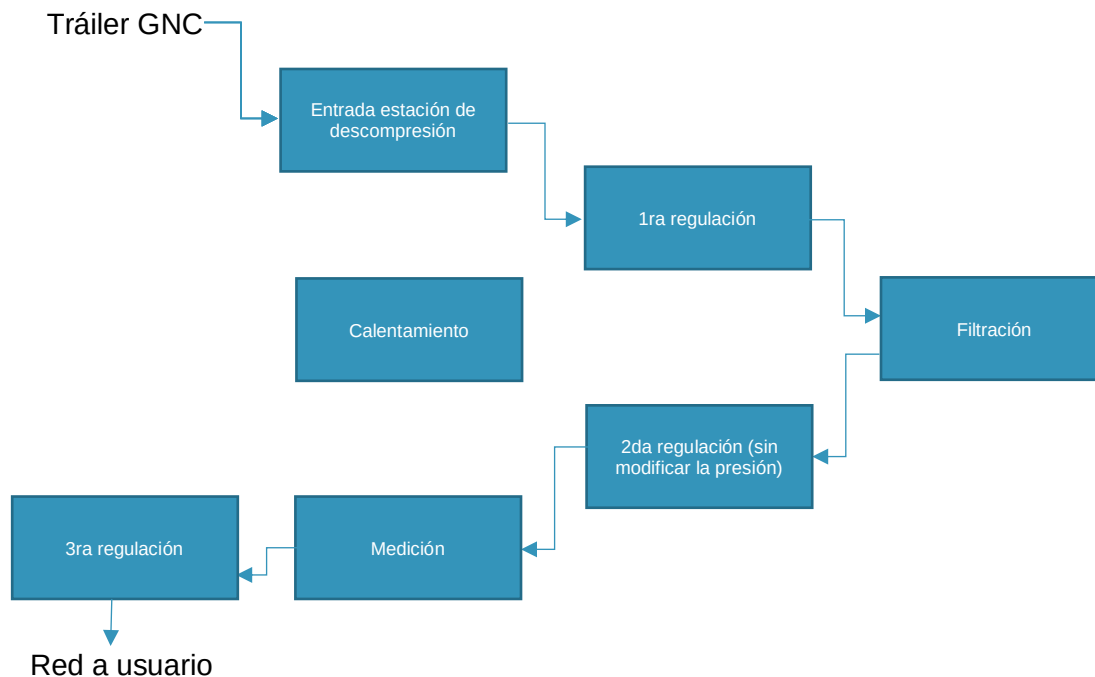
Tabla 5. Características de equipos principales

Descripción	TAG	Año Fab.	Presión de Prueba Hidrostática Kg/cm ²	Código de Diseño	Presión Kg/cm ²			Temperaturas °C			Ubicación
					Mín.	Normal	Máx.	Mín.	Normal	Máx.	
Entrada a Estación Descompresión	001	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 API 6D 6F	---	250	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Filtración	002	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ANSI	---	250	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Calentamiento	003	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ANSI	---	---	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Primera regulación	004A	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 250 Salida: 12	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Segunda regulación	004B	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 18	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 12 Salida: 2.55	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Tercera regulación	004C	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 18	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 12 Salida: 2.55	---	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O
Medición	005	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 4	NOM-010-ASEA-2016 AGA 7	---	2.55	4.07	0	25	---	Al Este del terreno del usuario, en las coordenadas: 21°17'56.01" N 100°49'37.48" O

En el plano de localización y diagrama de flujo se podrán observar los datos reflejados en esta tabla, dichos planos se encuentran en el Anexo 1.2 y 1.3 del estudio.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

En el siguiente diagrama de bloques podemos verificar la secuencia que sigue el gas natural:



II. Descripción detallada del proceso

Filosofía de Operación de la Estación de descompresión de gas natural

El objetivo del proyecto es diseñar, construir, instalar y operar una EDGN, la cual servirá para llevar el gas natural a los procesos del usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V., en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato.

El sistema iniciará en la conexión con un contenedor de Gas Natural Comprimido se conectará a través de una manguera flexible de 1" a la Estación de Descompresión de Gas Natural, donde como se ha anunciado anteriormente, ésta estará conformada por seis módulos: dichos módulos se encargarán de acondicionar el gas natural para las condiciones operativas del usuario, en primera instancia encontramos el cabezal de entrada el cual es simplemente la conexión entre el tráiler y la descompresora a través de un poste de carga, dotado de válvulas para su control, enseguida localizamos las etapas más importantes, regulación, filtración, calentamiento y medición, en el primero se lleva cabo la disminución de presión en la regulación (primera etapa), posterior a esto se localiza la filtración el cual retiene las partículas de cualquier sólido o líquido que pueda traer el combustible, enseguida viene la segunda etapa de regulación en la cual se mantiene la presión y se trata de mantener el control de temperatura con el fin de evitar el congelamiento de las líneas, a la salida de este se realizará la medición para la facturación respectiva al cliente, por último se tiene la última etapa de regulación la cual acondiciona

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

la presión hasta la requerida por el usuario. Al pasar por estas etapas, el gas se alimentará a una red de distribución del usuario.

Descripción de los módulos y elementos de la Estación de Descompresión

- Conexión a Poste de descarga (Entrada Estación de Descompresión)

El proceso inicia cuando el gas a alta presión se recibe en el poste de descarga, dispositivo modular que conecta la unidad móvil (contenedor) con la estación de descompresión, este poste cuenta con un componente muy importante, una manguera flexible que en uno de sus extremos se conecta al pico de carga del skid y del otro lado a una válvula de seguridad break away que da inicio al seccionamiento de tubería de gas que se dirigen a la descompresora.

Es preciso hacer énfasis sobre la válvula break away esta ofrece un mecanismo de seguridad que presenta una mínima resistencia a la tenacidad, de tal modo que, si existiera un tirón por alguna condición o acto inseguro del operador de la unidad móvil u otras, la válvula break away desprende inmediatamente la manguera, cortando el suministro y evitando fugas o rupturas en las tuberías. Posterior a esa válvula el gas es conducido por las tuberías pasando por otro componente importante del sistema una válvula check-in la cual mantiene el flujo del gas en un solo sentido impidiendo el retroceso del mismo ya sea por subidas de presión en el sistema o variaciones en el mismo, la válvula check direcciona el flujo del gas hacia la descompresora para arrancar su funcionamiento, en este punto es preciso monitorear la presión la cual no debe de superar los 250 kg/cm^2 para esto en esta sección el poste de carga cuenta con un manómetro que da la lectura de la presión actual en el sistema, por seguridad se cuenta también con dos válvulas de globo para manualmente cerrar el flujo por cualquier contingencia o labores de mantenimiento. Consecuentemente el gas es conducido al tren de entrada de la descompresora.

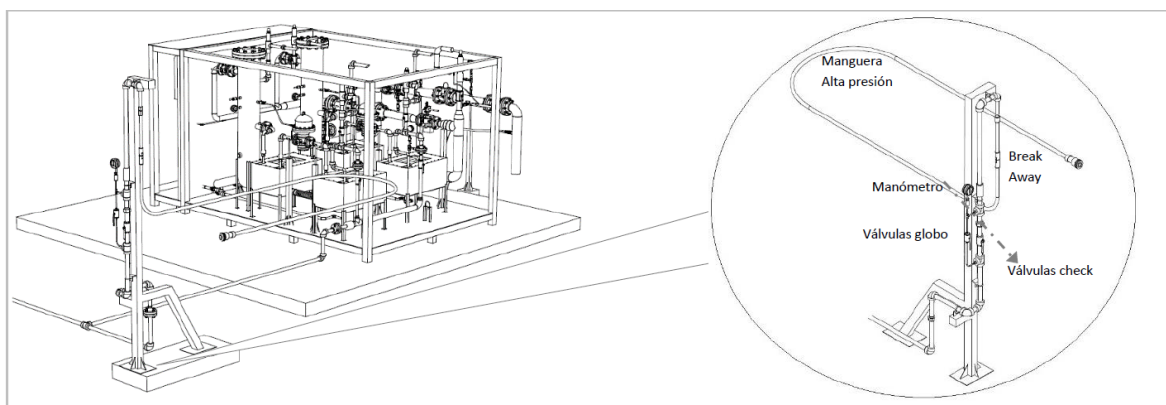


Figura 5. Poste de descarga

- Tren de entrada

Se toma el gas proveniente del poste de descarga y se recibe a una presión de 250 kg/cm^2 , a las tuberías que conforman el tren de entrada, este seccionamiento cuenta con un manómetro para la toma de lectura de la presión así como una válvula de seguridad que

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

en caso de sobrepresión desfoga el sistema en ese momento, esta válvula es calibrada a una presión de 280.5 kg/cm²; si por alguna razón la presión rebasa este parámetro se activa automáticamente el desfogue protegiendo el sistema; este seccionamiento contiene también una válvula de esfera con la cual se puede cerrar manualmente el flujo de gas, posterior a estas válvulas el gas es conducido mediante las tuberías hacia un serpentín posicionado dentro una tina y posteriormente a la entrada del regulador de alta presión. Para la limpieza del gas antes de ingresar a las etapas de regulación, se cuenta con un filtro de alto flujo para contener las impurezas que se contengan en el gas proveniente del poste de descarga y del Skid y que puedan causar algún daño a los elementos de regulación. Posterior al filtro se cuenta con una válvula que se acciona de manera electro-neumática como sistema de seguridad para un paro d emergencia manual o automático a una sobrepresión detectada en la etapa de media presión.

Este tren de entrada es el inicio del proceso de la descompresora, este seccionamiento en una parte pasa por el sistema intercambiador de calor y aunque en las siguientes descripciones en específico se detallará este sistema es preciso explicar a grandes rasgos la finalidad de hacer pasar el flujo de gas por el mismo, recapitulando el gas viene a alta presión desde el skid, en el momento que este gas se libera por las tuberías existe una caída de presión (expansión del gas) produciendo una reacción química exotérmica generando que el gas baje considerablemente su temperatura hasta el punto de llegar a provocar el congelamiento de las tuberías, es por esto que el sistema intercambiador de calor que se explica más adelante, contiene una tina de agua caliente a (50-55°C aprox.); que bañan la tubería elevando la temperatura de la misma y por ende del gas; antes de hacerla llegar al regulador de presión como se muestra en la siguiente imagen.

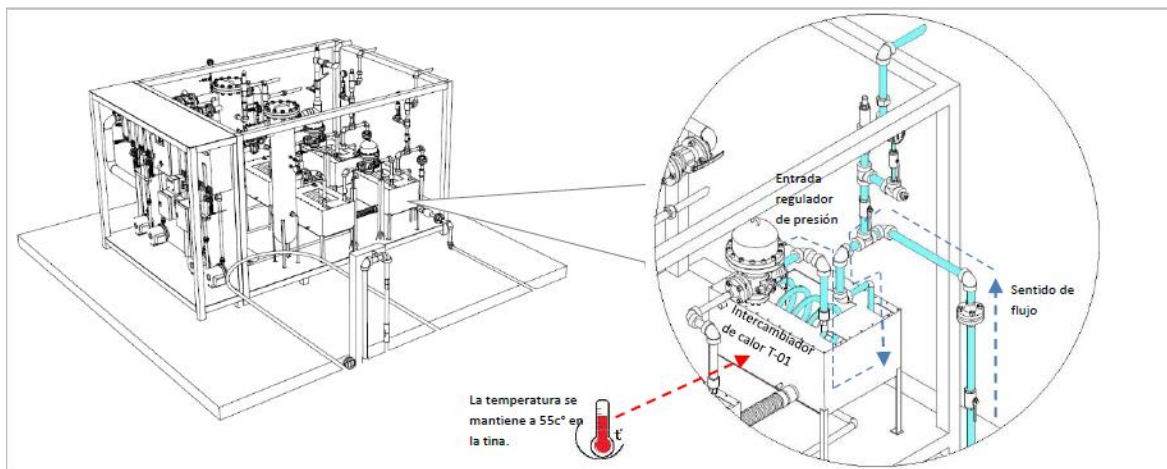


Figura 6. Tren de entrada

- Regulador de Alta Presión (Primera etapa de regulación)

El tren de entrada suministra el gas al regulador de presión; la función principal de este regulador es reducir la presión del gas, de alta presión a un nivel adecuado de media presión, esta reducción de presión pasa de 250 kg/cm² a 12 kg/cm², el regulador de manera interna coordina 3 dispositivos, un mecanismo de carga, un sensor y un elemento de control, que al accionarse internamente reducen la presión según lo requerido.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Este regulador de presión es la unión entre el tren de entrada y el tren de media presión, se convierte en uno de los elementos más críticos del sistema de la descompresora, cabe mencionar que en la salida del regulador es donde se presenta la mayor reducción de temperatura llegando a crear incluso hielo escarchado en las tuberías, he aquí la importancia del sistema intercambiador de calor para evitar el congelamiento de la línea y taponamiento del regulador.

Este regulador debe de estar en constante monitoreo para verificar su óptimo funcionamiento, así como ser puntuales en las actividades de mantenimiento programadas para el equipo; también es preciso comentar que debe estar calibrado y soportado por un certificado de calidad-calibración que garantice sus características de operación.

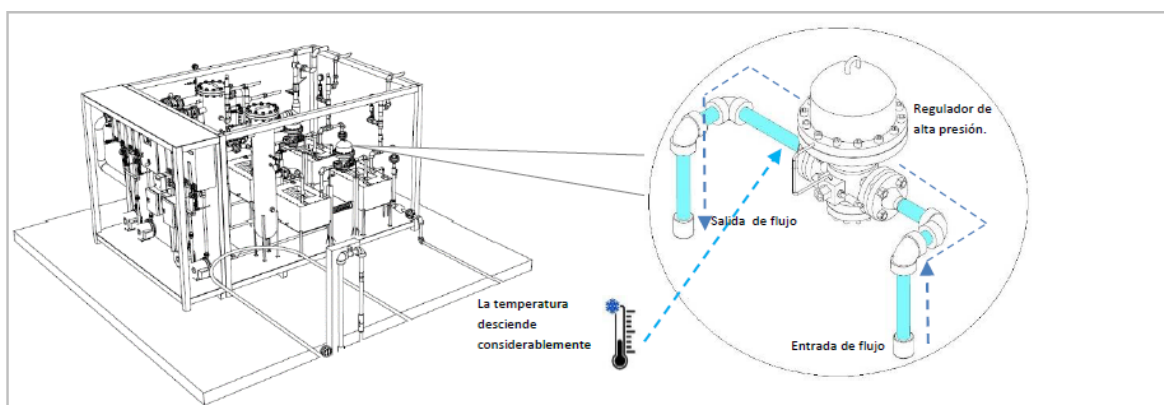


Figura 7. Regulador de alta presión (primera etapa)

- Tren de Media Presión (Segunda Etapa de Regulación)

La salida del regulador de alta presión da inicio al seccionamiento que podemos denominar tren de media presión, ya que en este punto el regulador de alta entrega la presión de gas a 12 kg/cm^2 producto de la reducción de la alta presión, este tren empieza entonces en la salida del regulador de alta y es conducido de nuevo a la tina del sistema intercambiador de calor momento en el cual nuevamente se procura mantener la temperatura ($50\text{-}55^\circ\text{C}$ aprox.) y así evitar el congelamiento de las tuberías, al salir de la tina conduce el gas hasta la entrada del filtro pulmón.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

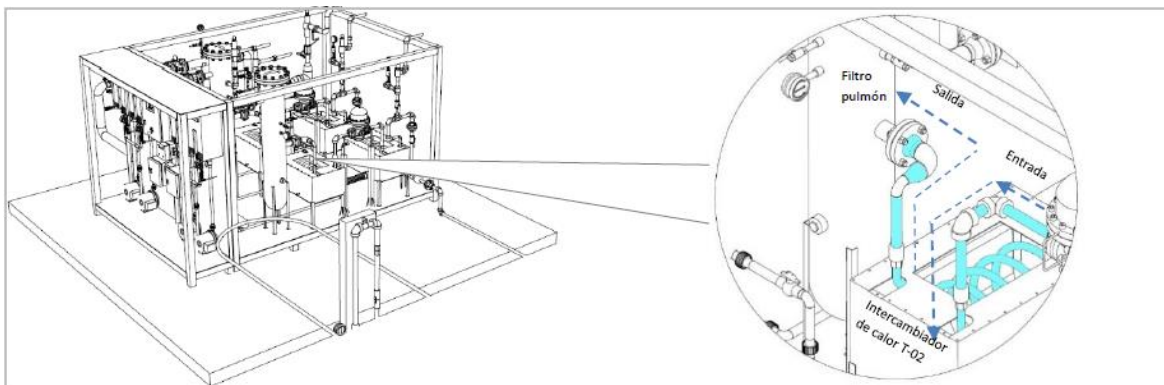


Figura 8. Segunda etapa de regulación

- Filtración

Como se mencionó en el punto anterior el tren de media presión termina en el inicio del filtro pulmón, encargado de eliminar las impurezas en el gas mediante un medio filtrante (cartucho filtrante) el gas proveniente de los Skids pueden contener ciertas partículas sólidas y/o líquidas producto de los procesos de compresión y descompresión de los gases desde la captación de los mismos en los yacimientos subterráneos, todas estas condensaciones son retenidas por el filtro así como los sólidos mayores a 3 micras de diámetro asegurando un suministro totalmente limpio a la línea interna del cliente.

El filtro pulmón aparte de tener la funcionalidad de elemento filtrante, también realiza otra función importante en el sistema de descompresión, que es la de almacenar cierta cantidad de gas en su interior para amortiguar las variaciones por bajo flujo, si por alguna razón la línea interna del cliente tiene variaciones en el flujo por algún pico en la demanda del gas esta cantidad de gas almacenada en el filtro compensa y mantiene el flujo estable para evitar el desabasto, cuenta además con dos manómetros para monitorear la presión del gas que pasa a través de su interior uno normal y otro diferencial para la toma de las lecturas y en la parte superior una válvula de seguridad, una válvula que se activa si existirá sobre presión protegiendo el sistema y la línea interna. Siguiendo el flujo del gas el filtro es el punto medio entre el tren de media presión y el regulador de baja presión.

Importante, el componente conexión con regulador de alta presión es de vital importancia para el filtro pulmón, en el momento que el manómetro detecta que la media presión del gas está por debajo de los valores normales de operación, esta conexión manda una señal abriendo el diafragma del regulador de alta demandándole más presión y así compensar el flujo requerido por la línea interna.

En la parte inferior del cuerpo del filtro se encuentra una mirilla, conducto por el cual se puede realizar una inspección visual hacia dentro del mismo, permitiéndonos observar si existe exceso de humedad producto de la condensación de los gases, si está sobre el nivel de la mirilla se tiene que purgar inmediatamente el filtro, si está en el nivel normal se purgará una vez por semana.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

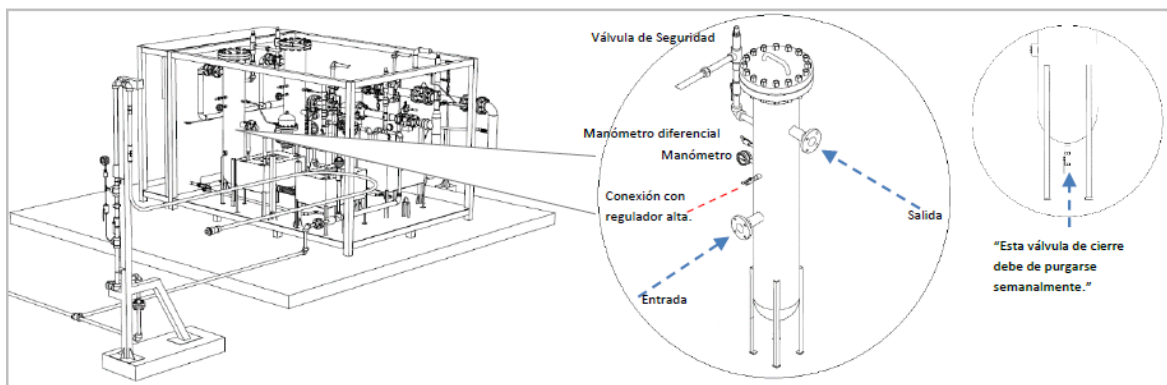


Figura 9. Filtración

- Medición

La etapa anterior referente al filtro pulmón termina en la salida del mismo dando inicio al seccionamiento donde se encuentra el medidor de gas rotatorio del tipo desplazamiento positivo el cual permite contabilizar la cantidad de m^3 suministrados a la línea interna y de este volumen calcular el costo del servicio según el consumo del cliente.

El medidor de gas es del tipo desplazamiento positivo (lóbulos) lo cual define su funcionamiento ya que en la parte interna del cuerpo del medidor (Cámara de medición) contiene un cartucho provisto de unas unidades giratorias (rotores) los cuales al hacerles pasar una cantidad de gas (volumen) giran cumpliendo un ciclo, de tal forma que cuando en la cámara interna del medidor entra una unidad de gas esta pasa a través de los rotores y sale al final después de hacerles girar, estos giros provocados por el paso del volumen del gas cuentan como pulsos que se ven reflejados en un contador mecánico de 8 dígitos, este dato se manda al computador de flujo que realiza las correcciones de los parámetros y da como resultado el total de m^3 de gas natural que se consumió en el sistema. Es de vital importancia para el sistema este dispositivo porque de esta lectura depende el cálculo para la factura que se le girara al cliente por su consumo. Es preciso que este medidor este calibrado y contenga un certificado de calidad, así como ser puntual con la programación de sus mantenimientos.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

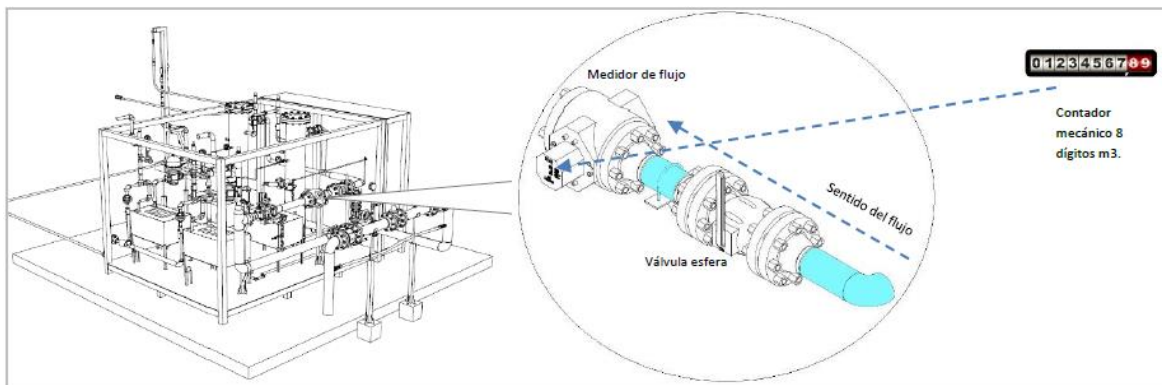
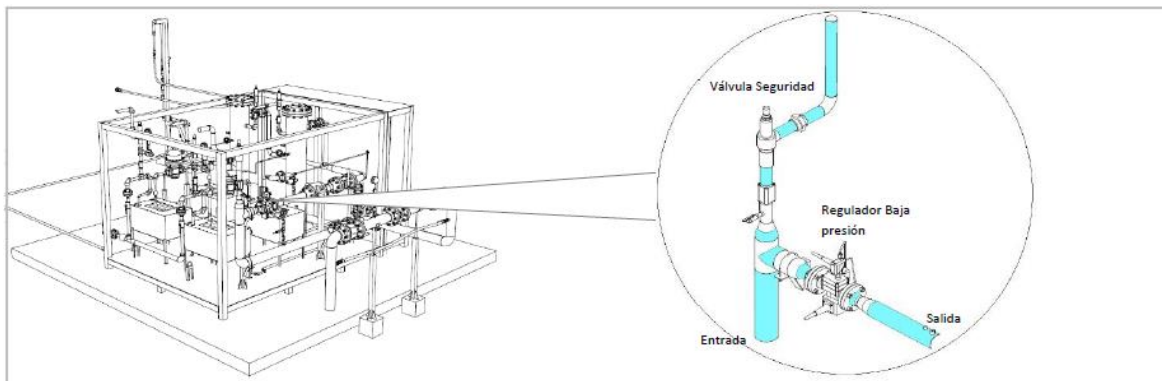


Figura 10. Etapa de medición

- Tercera etapa de regulación

Posterior al medidor se encuentra el siguiente seccionamiento que da lugar al regulador de baja presión del mismo modo que se explicó en puntos anteriores; este regulador de presión tiene la funcionalidad de expandir el gas descomprimiéndolo aún más, si recordamos en este punto tenemos media presión de tal forma que lo que se busca mediante el regulador es obtener la baja presión de salida para el consumo del cliente, de entrada recibe del tren de media una presión de 12 kg/cm^2 y mediante los mecanismos internos del regulador entrega una presión de salida de 2.55 kg/cm^2 . De igual forma como en otros seccionamientos se tiene una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula tipo esfera, para proteger el sistema y verificar la presión. En este momento podemos cerrar el ciclo de descompresión ya que completamos las 3 etapas mencionadas al inicio del manual, mediante el tren de entrada se recibió el gas a alta presión se conduce por las tuberías pasando por el regulador de alta presión dando como resultado la media presión y por último en este seccionamiento gracias al regulador de baja se entrega a la línea interna la baja presión.

Es importante mencionar que a pesar de que en el manual de la descompresora se marca una presión posterior a regulación de 4 kg/cm^2 , en este estudio se maneja una presión de 2.55 kg/cm^2 ya que es el requerimiento operativo marcado por el usuario para la entrega a su red interna.



“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Figura 11. Última etapa de regulación

- Funcionamiento Sincronizado de los dos trenes de regulación

Este seccionamiento es el final del proceso de descompresión de la descompresora es el medio por el cual se conectan los dos trenes de regulación, que conducen el gas a baja presión a la línea interna del cliente, contiene una válvula tipo pistón que tiene por objetivo de manera manual abrir o cerrar el paso del gas en caso de que en uno de las secciones deje de funcionar o para actividades de mantenimiento en algún dispositivo, de este modo se aísla el gas existente en una sección y la otra sigue trabajando sin parar el suministro al cliente. A la salida de los dos filtro pulmón está el seccionamiento que une a ambos trenes de regulación en caso de que se requiera que los dos entren en funcionamiento, normalmente solo está un tren en funcionamiento lo denominaremos “1” y el otro queda en espera a asistir en caso de que la demanda de flujo sea mayor “2”, en el momento que el consumo del cliente aumenta el “2” entra en acción para complementar el flujo asistiendo al “1” logrando satisfacer la demanda de combustión del cliente.

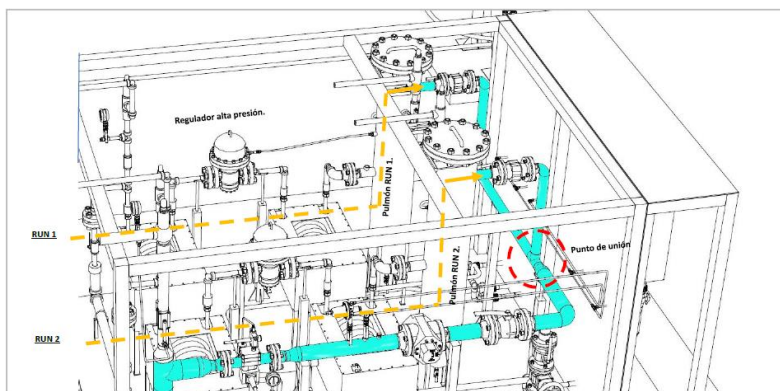


Figura 12. funcionamiento de los dos trenes de regulación

En esta parte el seccionamiento de baja cuenta con una válvula tipo pistón la cual de manera manual corta el flujo de gas aislando el seccionamiento donde se encuentra el medidor y el regulador de baja para poder intervenirlos en caso de mantenimientos o recalibraciones, se cierra la válvula de esfera para cortar el flujo y mediante la válvula pistón se abre poco a poco verificando en el manómetro que esta antes de la válvula sísmica si la presión es correcta entre más gire la válvula pistón más flujo de gas tendrá, esto se hace de manera provisional y no prolongada con la finalidad de asegurar que nunca el suministro al cliente se detenga.

La válvula pistón funciona como un regulador de presión manual, se abre lentamente visualizando en el manómetro de presión de salida, hasta lograr la presión requerida para la línea interna.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

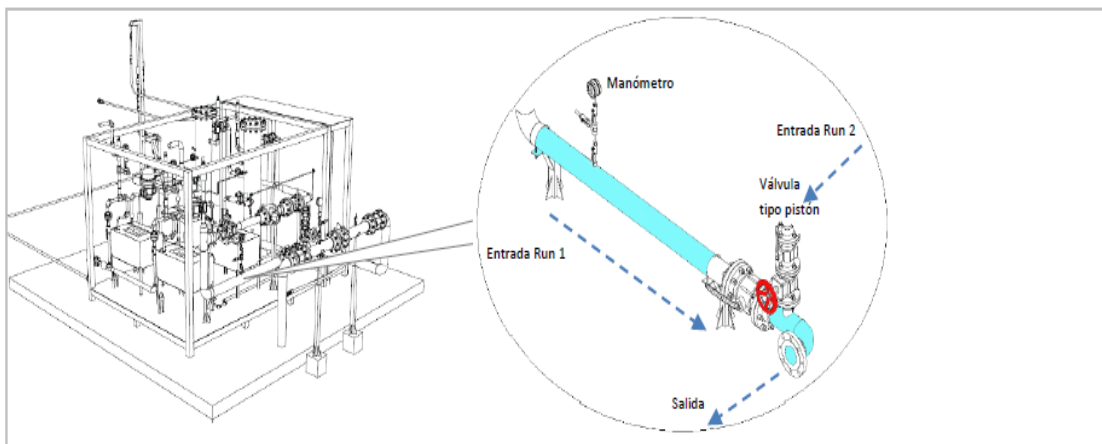


Figura 13. Seccionamiento de baja presión by-pass. Anterior al regulador de baja

- Sistema Intercambiador de Calor (Calentamiento)

Como se mencionó en los puntos anteriores según las propiedades del gas a altas presiones cuando se reducen drásticamente existe una reacción exotérmica ocasionando que la temperatura descienda considerablemente varios grados bajo cero, es por esto que la descompresora cuenta con un sistema intercambiador de calor que tiene como objetivo minimizar estas reacciones térmicas controlando las temperaturas, especialmente el seccionamiento del regulador de alta donde se reduce de alta a media presión considerablemente (250 kg/cm^2 a 12 kg/cm^2), el sistema sufre un congelamiento en las tuberías específicamente en la entrada y salida del regulador de alta presión.

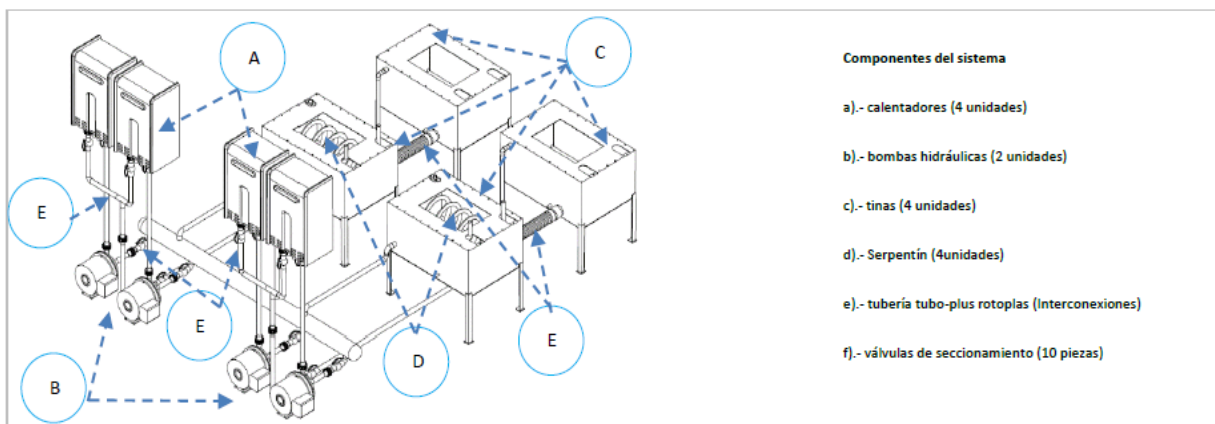


Figura 14. Sistema de Calentamiento

Para explicar el principio de funcionamiento del intercambiador es preciso seguir el flujo del agua, partiremos de que las tinas tienen un nivel de agua en reposo por encima de los serpentines, al accionarse la bomba esta realiza en su entrada una succión en la tina 01 tomando el agua fría (a medio ambiente), y en su salida la dirige al calentador 01, el cual al estar previamente calibrado ($60-70^{\circ}\text{C}$) eleva la temperatura del agua regresándola a la

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

tina 01, de este modo se logra calentar el gas que pasa por dentro del serpentín sumergido en cada tina, las tinas están interconectadas entre sí por medio de una manguera térmica flexible de modo que la recirculación del agua se mantiene constante por el sistema.

Es preciso señalar que el sistema intercambiador de calor está provisto de dos bombas, esto es porque las tinas en su interior tienen un sensor de temperatura que notifica de manera automática al quemador si la temperatura del agua está bajando de los rangos estimados que por lo regular se acotan a 45-55 °C, si el sensor detecta que la temperatura disminuye por debajo de los parámetros anteriores manda una señal a la bomba 02 y esta a su vez al calentador 02 activando el sistema y asistiendo al calentador 01 a recuperar la temperatura perdida, cuando esto se logra se desactiva de igual forma automáticamente, esta coordinación del sistema intercambiador de calor deja acentuado la importancia de siempre aumentar la temperatura del gas, ya que de no ser así podríamos tener congelamiento en la línea taponeando dispositivos importantes como el regulador de presión por ejemplo ocasionando paros en el suministro al cliente y condiciones inseguras de operación.

El sistema a modo de seguridad cuida dos factores fundamentales mediante dos sensores, como se mencionó anteriormente cuenta con un sensor de temperatura que al disminuir la temperatura a la cual fue calibrado este de manera inmediata pone en acción las bombas y los calentadores para compensación de la temperatura y de este modo proteger los equipos, de la misma forma se tiene un sensor más encargado de notificar si el nivel de agua contenido en las tinas está por debajo de lo permitido, que nunca debe de bajar al grado de descubrir el serpentín para que el nivel del agua sea aceptable por el sistema tendría que cubrir completamente al mismo.

Para ambos casos la descompresora cuenta con una alarma sonora la cual se activa si la temperatura baja a más de lo establecido, debido a que los calentadores no están realizando su función y también en el caso de que el nivel del agua baje más de lo permitido, esta alarma se mantiene en un buen nivel de volumen para poner en estado de alerta al personal de operación y mantenimiento.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

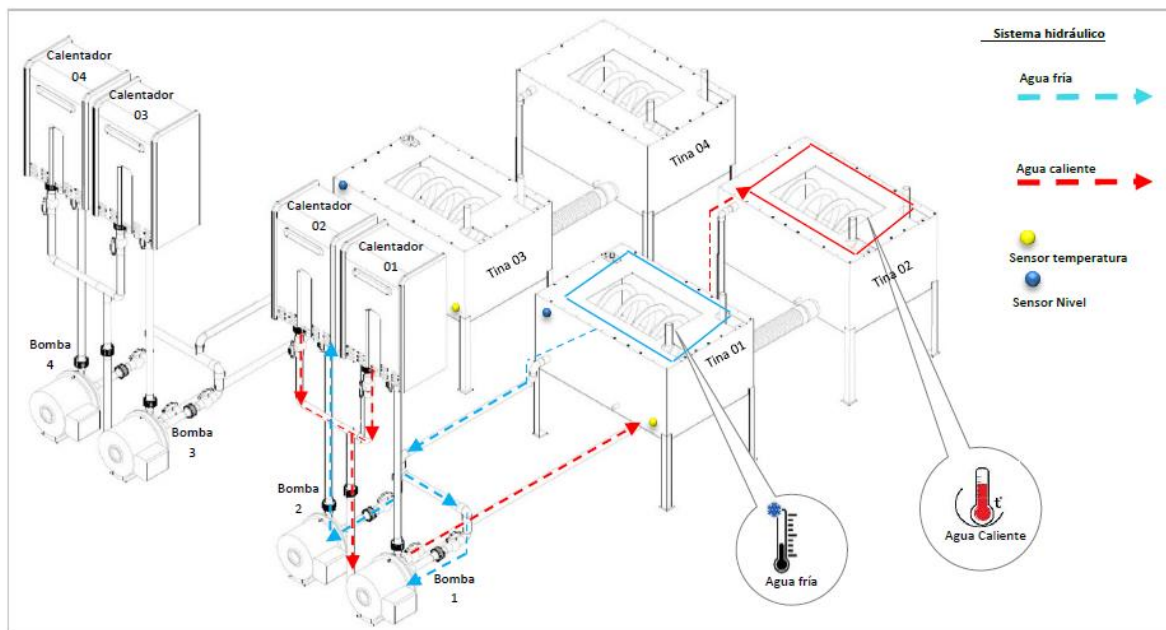


Figura 15. Tinas del sistema de calentamiento

- Operación y Panel de Control

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores la descompresora en el sistema intercambiador de calor controla las temperaturas mediante sensores que accionan las bombas y calentadores según las configuraciones programadas en el sistema, toda esta comunicación entre los elementos se realiza mediante un panel electrónico con el cual se ajustan todos estos parámetros, incluyendo todas las condiciones que aseguran el óptimo funcionamiento del equipo de descompresión, a continuación se muestra la posición en la cual se instalan estos elementos.

- Componentes del Sistema de Control

El sistema de control es principalmente para controlar la temperatura del sistema intercambiador de calor y algunas funciones de alarma. El sistema se conforma de sensores de nivel y temperatura, bombas y calentadores de paso, todo esto mandado por un tablero de control que se conforma por un sistema de PLC y HMI para el control. A continuación, se muestran los componentes principales del sistema de control.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

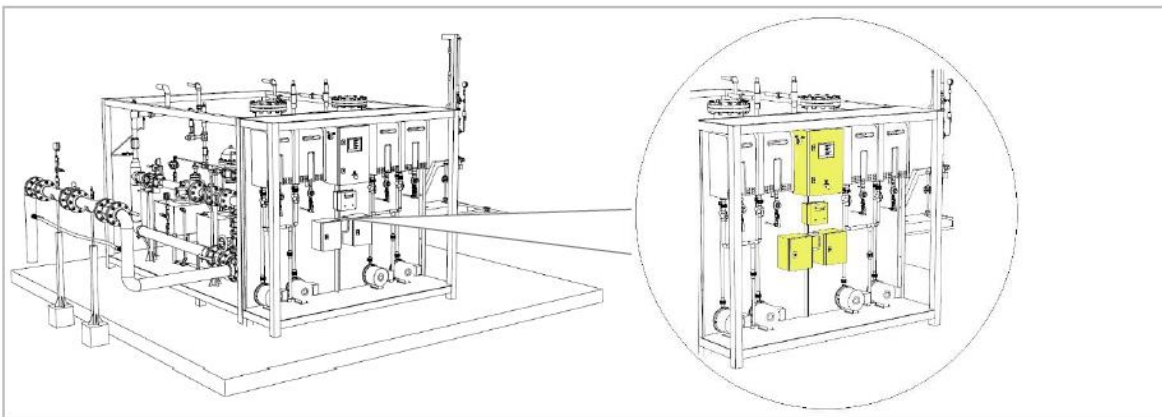


Figura 16. Sistema de Control

El tablero general controla el funcionamiento de las bombas y por ende de los calentadores, todo esto sincronizado para el llenado y rellenado de agua fría a caliente recirculando el agua por todo el sistema.

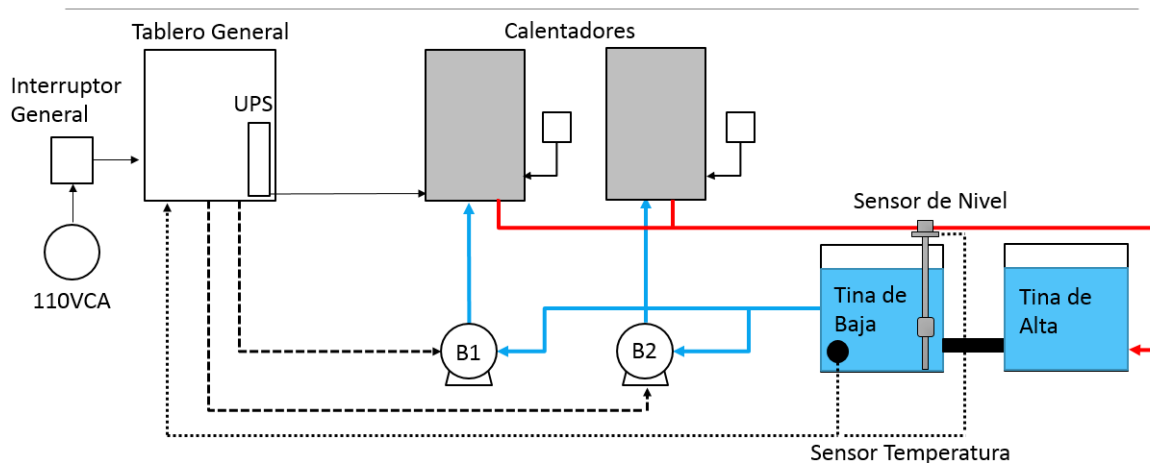


Figura 17. Diagrama General del Tablero de Control

- **Pantalla táctil DELTA.** Pantalla táctil mediante la cual se configuraran los parámetros de funcionamiento de los componentes del intercambiador de calor, en las pruebas y puesta en servicio el departamento de desarrollo tecnológico realiza la programación de estos parámetros asegurando el óptimo funcionamiento del intercambiador, mediante este panel se puede seleccionar el modo de operación (Manual/Automático), el funcionamiento de las bombas, la temperatura de los calentadores, configurar las alarmas, silenciar la alarma y monitorear factores de la alimentación de gas
- **Alarma sonora.** Dispositivo que al activarse alguna de las alarmas ya sea por bajo nivel o por caída de temperatura en el sistema automáticamente emite un sonido alertando al personal que existe una posible falla, el nivel de ruido es considerable para ser notorio en ambientes de trabajo industrial.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

- **Switch general de tablero.** Interruptor general que energiza por completo el tablero de control.
- **Botón paro de emergencia.** Al accionar el botón de emergencia este detiene de forma inmediata el funcionamiento del sistema intercambiador de calor protegiendo todos los componentes de sistema. Como su nombre lo dice úsese solamente en caso de emergencia.
- **Cerraduras de gabinete.** El tablero de control cuenta con cerradura para proteger las conexiones internas procurando que personal no autorizado no tenga acceso al mismo, las llaves están a resguardo del personal de mantenimiento y operación.

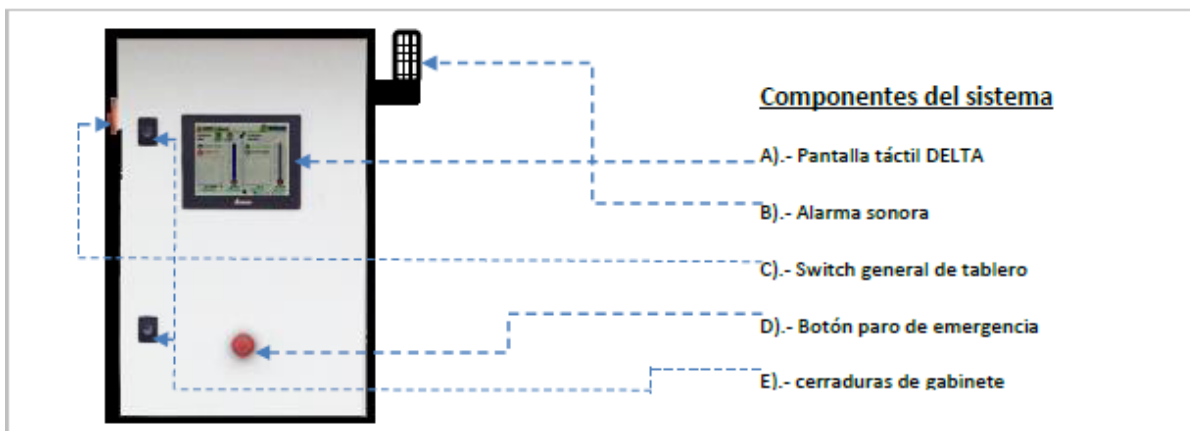


Figura 18. Componentes del Tablero de Control

Condiciones de Operación

A pesar de que ya se ha mencionado las condiciones de operación y de diseño que se trabajarán, a continuación, se describe un resumen de las condiciones normales desde la entrada hasta la salida del proceso:

La estación de Descompresión Gas Natural se conectará inicialmente con un tráiler a una presión de 245 bar (3,555.83 psig / 250 kg/cm²); al pasar la primera etapa de regulación la presión será de 11.77 bar (170.7 psig / 12 kg/cm²) y para la tercera etapa de regulación (en la segunda etapa de regulación, la presión se mantiene), la presión se abatirá hasta llegar a un valor deseado máximo de 2.5 bar (36.25 psig / 2.55 kg/cm²) y esta será la misma presión a la salida del área de regulación y de la misma estación de descompresión, al igual que la que se entregue a la red del usuario final.

Sustancias Involucradas en el Proceso

A lo largo de la descompresión, la única sustancia con la cual se trabajará será gas natural, sin embargo, también existe un medio de calentamiento el cual es agua la cual no es considerada como sustancia riesgosa, en el Anexo 3.1, se agrega la hoja de seguridad del gas natural.

Reacciones Principales y Secundarias

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

El sistema solo tiene como objetivo la transferencia de combustible, acondicionando las condiciones operacionales para su manejo, lo único que puede cambiar es su volumen debido a la presión, sin embargo, no existen reacciones a lo largo del proceso.

Balance de Materia

En lo que respecta al balance de materia y energía, este puede verificarse a continuación y las condiciones en el Diagrama de Flujo **DFP-EDAGRICO** en el Anexo 1.2.

Tabla 6. Balance de Materia

No	Descripción de Corriente	Estado Físico	Flujo m3/hr / MPCSD	Presión Psig / Kg/cm ²	Temperatura °C / F
A	Desde el tráiler hasta la entrada a la estación de descompresión	Gas	944 / 800	3,555.83 / 250	25.00 / 77.0
1	Del punto anterior a la salida del primer regulador	Gas	944 / 800	170.7 / 12	25.00 / 77.0
2	Del punto anterior a la salida del tercer regulador y salida de la estación	Gas	944 / 800	36.25 / 2.55	25.00 / 77.0

En lo que respecta a las temperaturas y presiones que se manejarán a lo largo del sistema estas pueden verificarse en las bases de diseño de este documento y/o en el Diagrama de Flujo DFP-EDAGRICO en el Anexo 1.2.

El gas fluirá a través a lo largo de la estación de descompresión, donde se regulará la presión hasta obtener la necesaria para atender las necesidades operativas y de suministro al usuario final.

Características del Régimen Operativo de la Instalación (continuo o por lotes)

El régimen operativo de la "Estación de Descompresión de Gas Natural" se considera continuo a lo largo de todo su recorrido, sin embargo, el área operativa a la que lleva el suministro puede tener variaciones a este respecto dependiendo de la Filosofía Operacional del usuario.

Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente

Se cuenta con el DTI de la estación de descompresión, sin embargo, como planos de apoyo y consulta también se cuenta con el plano general y de localización, los cuales en conjunto con el Diagrama de Flujo DFP-EDAGRICO servirán para verificar las condiciones y especificaciones de material respectivas, estos planos se encontrarán en el Anexo 1 (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6).

Sistemas de Seguridad y Salvaguardas de la Estación de Descompresión

Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad de la Estación de Descompresión de gas natural, cuenta con los siguientes elementos principales:

- 2 - Válvulas en la entrada de gas
- 1- Regulador de presión primera etapa
- 1- Regulador de presión segunda etapa
- 1- Regulador de presión tercera etapa

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

- 3- Válvulas de corte, 1 por cada etapa de regulación
- 1- Válvula operada neumáticamente
- 1- Alarma sonora
- 1 - Botonera de paro por emergencia

Filosofía de operación de la seguridad de la descompresora

La descarga de los contenedores es conectada a la descompresora por medio de mangueras flexibles. La entrada de gas de la descompresora cuenta con válvulas de corte las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia.

Se cuenta con una válvula de venteo en caso de una sobrepresión del sistema, dicha válvula esta ajustada a 280.5 kg/cm².

Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora y una válvula de corte, esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión. Aunado a esto, previo a la regulación, se cuenta con una válvula operada de forma neumática.

Posterior a la última etapa de regulación se tendrá una válvula de venteo, para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea.

La estación cuenta con el siguiente sistema de alarmas:

A un costado del tablero de control se coloca un alarma sonora, como se mencionó en el apartado del calentamiento la finalidad de esta alarma es notificar dos factores, principalmente falta de agua en el nivel de las tinas o temperatura demasiado baja en el sistema.

Al activarse la alarma hacer lo siguiente:

- Si la alarma se activa por que el nivel del agua está por debajo de lo permisible:
 - Silenciar la alarma en el panel de control y acto seguido rellenar el agua en las tinas hasta obtener el nivel deseado, el indicador nivel bajo debe de desaparecer (apagarse) y normalizara el sistema.
- Si la alarma se activa por temperatura baja:
 - Revisar la temperatura del agua con ayuda de un termómetro externo y corroborar que efectivamente el agua tenga una temperatura baja, y descartar un mal funcionamiento de los sensores.
 - Verificar que los calentadores estén funcionando o no se haya apagado alguno de los mismos.
 - Verificar la circulación del agua en el sistema, que las válvulas estén abiertas.
 - Si después de lo anterior no se soluciona el problema llamar a servicio técnico y pedir le comuniquen con el departamento correspondiente para recibir atención de personal altamente calificado para atender averías o fallas más complejas.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

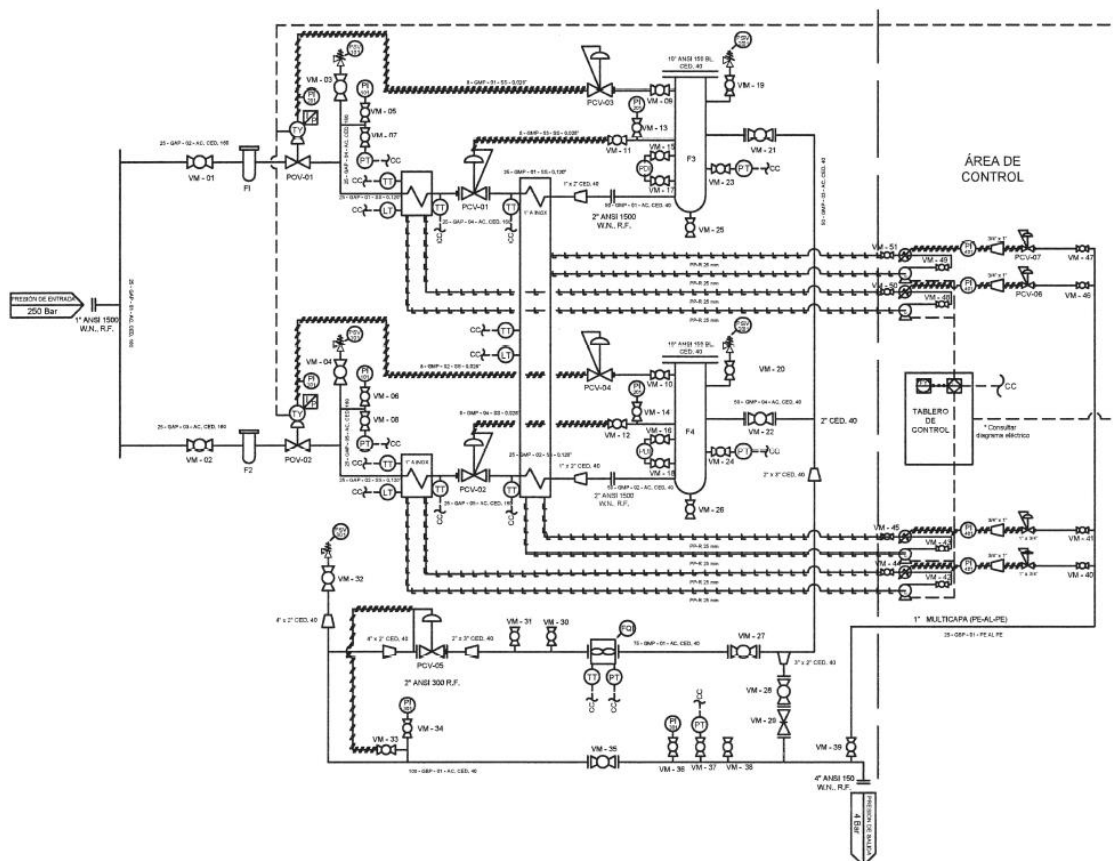


Figura 19. DTI y área de seguridad y control de la EDGN

Accesorios y aditamentos:

Los tubos, válvulas, bridas y conexiones serán de especificación conocida, cumplirán con los estándares y especificaciones de composición, fabricación y calidad enumeradas en la tabla de estándares aplicables.

Válvulas

Todo el sistema de válvulas utilizadas en el sistema de descompresión será fabricado cumpliendo con los lineamientos que apliquen de la **NOM-010-ASEA-2016** y las mejores **prácticas nacionales e internacionales**.

Lista de Materiales

A continuación, se lista las válvulas y accesorios que conforman la estación de descompresión y que contribuyen para una operación segura:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 7. Equipos y accesorios

Descripción	Cantidad
Válvula de Bola de paso completo de 1" (6,000 psig)	3
Válvula de Bola de paso completo de 1/4" (6,000 psig)	1
Válvula de Bola de paso completo de 1/2" (6,000 psig)	4
Válvula de Bola de paso completo de 1/2" (1,000 psig)	21
Válvula de Bola de paso completo de 1" (1,000 psig)	2
Válvula de Bola de paso completo de 2" (1,000 psig)	1
Válvula de Bola de paso completo de 1" (600 psig)	4
Válvula de Bola brida de 2"	3
Válvula de Bola brida de 3"	1
Válvula de Bola brida de 4"	1
Válvula de Bola verde plus 25 mm	4
Filtro coalescente de 1"	2
Regulador de alta presión	2
Regulador de media presión	2
Regulador de baja presión	3
Válvula neumática	1
Medidor	1
Computador de flujo	1
PLC	1
Calentador de agua	2

Salvaguardas Principales de la Estación:

- La estación de descompresión y medición se ensambla en un patín y se encuentra alojada dentro de una estructura de acero al carbón recubierto con pintura epóxica, por su resistencia al agua, a la intemperie y a los contaminantes químicos, está se usa como sistema de protección de larga duración.
- Se cuenta con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora cuenta con botón instalado de cierre de emergencia. El botón de cierre corta el flujo de gas inmediatamente.
- En la entrada de la descompresora y entre etapas de regulación se tendrán válvulas de corte, así como válvulas operadas neumáticamente en caso de que se requiera realizar un corte de flujo de gas.
- En la primera etapa de regulación se cuenta con protecciones redundantes lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se abrirá la válvula de alivio de presión (PSV). La tercera etapa de regulación también está equipada con válvulas de corte y válvula de alivio de presión.
- Adicionalmente se cuenta con una válvula de alivio a la entrada de la estación con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión en caso de incendio o incremento de presión por una temperatura excesivamente alta del gas.

Adicional a estas salvaguardas, de acuerdo a la misma normatividad, la localización de la estación de descompresión debe cumplir con los lineamientos siguientes:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 8. Distancias entre las áreas de las Terminales

DESDE HASTA	DISTANCIA EN METROS				
	ALMACENAMIENTO	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN	ÁREA DE CARGA O DESCARGA	LÍMITE DE LA TERMINAL DE DESCARGA	SISTEMA DE COMPRESIÓN
Lugares de concentración pública.	100	100	100	-	100
Oficina o almacén.	15	10	15	-	10
Fuentes de ignición.	20	20	20	-	20
Caminos internos.	3	3	3	-	3
Límite de propiedad en donde existan viviendas.	50	50	50	50	50

Fuente: NOM-010-ASEA-2016

Inspección y conexión de equipos

Una vez instalado el equipo de descompresión, se procederá a conectarlo y realizar pruebas de funcionamiento. Previo al inicio de operaciones se realizarán inspecciones de seguridad, higiene, protección civil y protección ambiental, a fin de determinar si existe alguna condición que pudiera poner en riesgo a los trabajadores, infraestructura o medio ambiente.

Pruebas de Verificación

A continuación, se especifica las pruebas de verificación generales del sistema, sin embargo, este apartado se complementa con la información establecida en este Estudio de Riesgo Ambiental que se reporta en posteriores puntos, así como en puntos ya mencionados, donde se especifican las medidas, equipos y dispositivos de seguridad, y las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal del proyecto.

Cada parte de la estación que se vuelva inseguro será reemplazado, reparado y/o retirado de servicio. Las fugas deberán ser reparadas de inmediato, o bien reemplazar el módulo dañado.

La EDGN contará con una inspección rutinaria y continua por parte del personal de mantenimiento a cargo. El fin de los trabajos de inspección, es el de comprobar que se mantienen las condiciones originales del proyecto y de las instalaciones. Para ello se elaborarán reportes de inspección visual de las instalaciones, el cual involucra verificar la correcta operación de los sistemas y dispositivos de seguridad, así como de la instalación eléctrica y conexiones.

Programa de mantenimiento

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Para garantizar el buen funcionamiento de la EDGN y todo lo que la conforma, durante la operación de esta se contempla realizar mantenimiento a válvulas, reguladores y equipo en general, llevando un registro de las fallas detectadas señalando su localización, causas y tipo de reparación efectuada.

Todas las reparaciones se realizarán según el procedimiento aprobado, empleando exclusivamente personal calificado para este tipo de trabajo. En todos los casos se seguirán las técnicas de reparación establecidas y aprobadas por la empresa, mismas que deberán estar apegadas a los procedimientos de reparación marcados en las normas nacionales e internacionales. Adicionalmente, se informará al personal y autoridades de atención a emergencias con toda oportunidad si se detecta una fuga o daño en las instalaciones que pudieran poner en riesgo la salud, infraestructura y/o al ambiente

Como parte de las actividades del programa de mantenimiento se realizarán al menos las actividades marcadas en el Anexo 4.5, en dicho programa se reflejan revisiones desde semanales hasta anuales, indicando las actividades a verificar y la calificación que se obtiene durante la ejecución del programa.

De igual forma, se mantendrá en óptimas condiciones la protección anticorrosiva de las instalaciones superficiales y la tubería de acero al carbón, corrigiendo cualquier daño mediante el uso de pintura anticorrosiva.

Se realizarán trabajos de limpieza en cercas perimetrales y puertas de acceso, de tal manera que el acceso a las instalaciones siempre esté en óptimas condiciones, sin embargo, este será mínimo ya que la estación se encuentra en terrenos del usuario que ya ha sido limpiado previamente.

Con el fin de permitir la correcta operación del sistema de la EDGN, se establecerán planes y programas que cubrirán los aspectos de operación, inspección, mantenimiento y reparación de la estación como se han hecho mención algunos de ellos, estos programas se realizan contemplando lo requerido y lo que aplique del proyecto en la **NOM-010-ASEA-2016**.

Sistema de Aislamiento

Los tubos de acero negros, conexiones, accesorios y componentes de la instalación; se deben proteger contra la corrosión con recubrimientos adecuados al medio. Dicho recubrimiento debe cumplir con los requisitos de las normas aplicables, entre otros, los siguientes:

- a) Adherencia con las superficies metálicas y entre las capas intermedias;
- b) Resistencia al agrietamiento;
- c) Resistencia mecánica para soportar daños propios de su aplicación, y
- d) Resistividad eléctrica alta.

Señalamientos

Se contempla la colocación de señalamientos en el perímetro de la EDGN y avisos de tipo

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

informativo, restrictivo y preventivo durante todas las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que el equipo e infraestructura en general no sea dañado debido a carencias de información al público en general. Se colocará también, el teléfono de emergencia del promovente, para que den aviso en el caso de presentarse una situación que ponga en peligro la integridad de las personas y de sus bienes.

Se colocarán letreros de no fumar, así como el rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704 para el gas natural, mientras se homologa la comunicación de riesgos de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) establecido en la NOM-018-STPS-2015, se utilizarán tanto el rombo de clasificación de riesgos como la nomenclatura del SGA (Figuras 20 y 21).

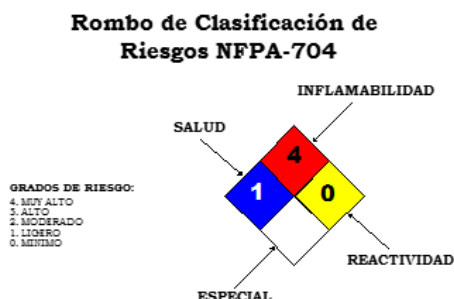


Figura 20. Rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704

CLP Símbolo	:	
	:	GHS02
Palabra de advertencia	:	▪ Peligro
Indicaciones de peligro	:	▪ H220- Gas extremadamente inflamable ▪ H281- Contienen un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
Consejos de prudencia	:	▪ P210- Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar ▪ P282- Llevar guantes que aislen del frío/gafas/máscara. ▪ P315- Consultar a un médico inmediatamente ▪ P336- Descongelar las partes heladas con agua tibia. No frotar la zona afectada. ▪ P377- Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro. ▪ P381- Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo. ▪ P403- Almacenar en un lugar bien ventilado.

Figura 21. Vista lateral del equipo de descompresión

III. Descripción del Entorno

La EDGN estará ubicada dentro de los terrenos del usuario final, con la intención de suministrar a los equipos del mismo que demanden el combustible, en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Estado de Guanajuato. El área donde se instalará la Estación se encuentra al Este de la empresa, y tiene 700 m² aproximadamente de superficie en donde se instalará la estación de descompresión y la

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

infraestructura para su suministro, en la Tabla 9 se muestran las coordenadas de dicha área. Por su parte, la Figura 22 muestra los puntos considerados en la Tabla 9.

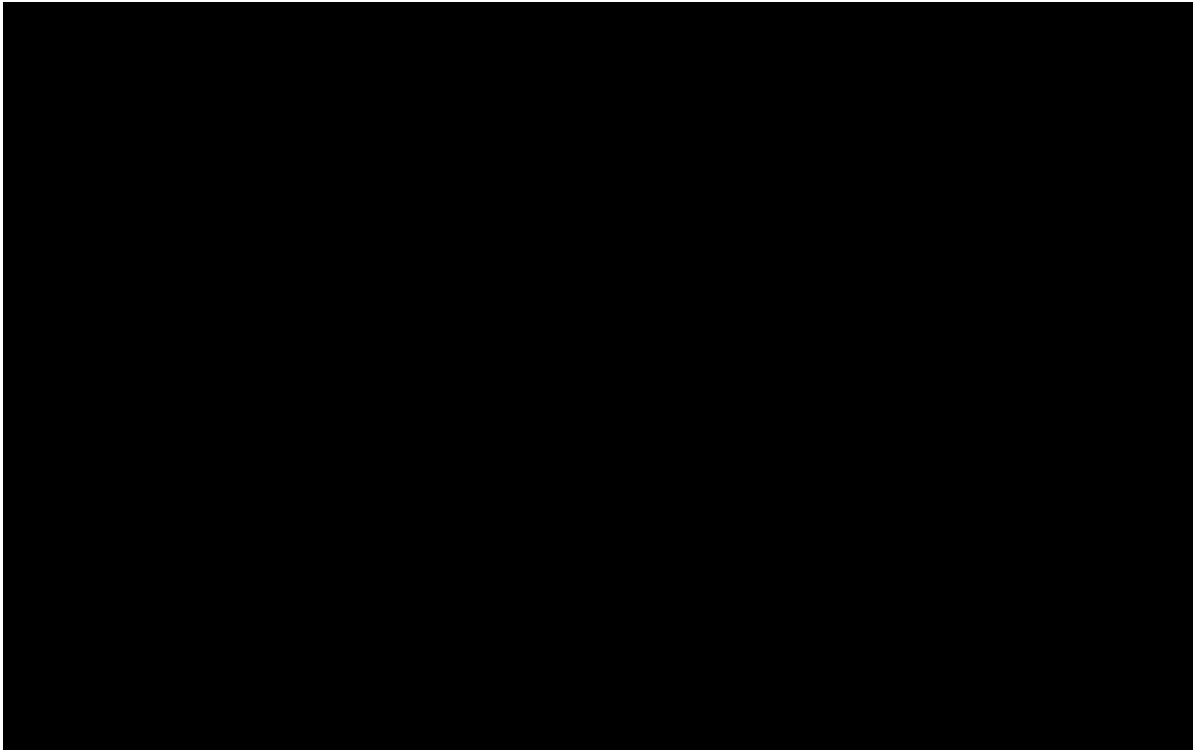
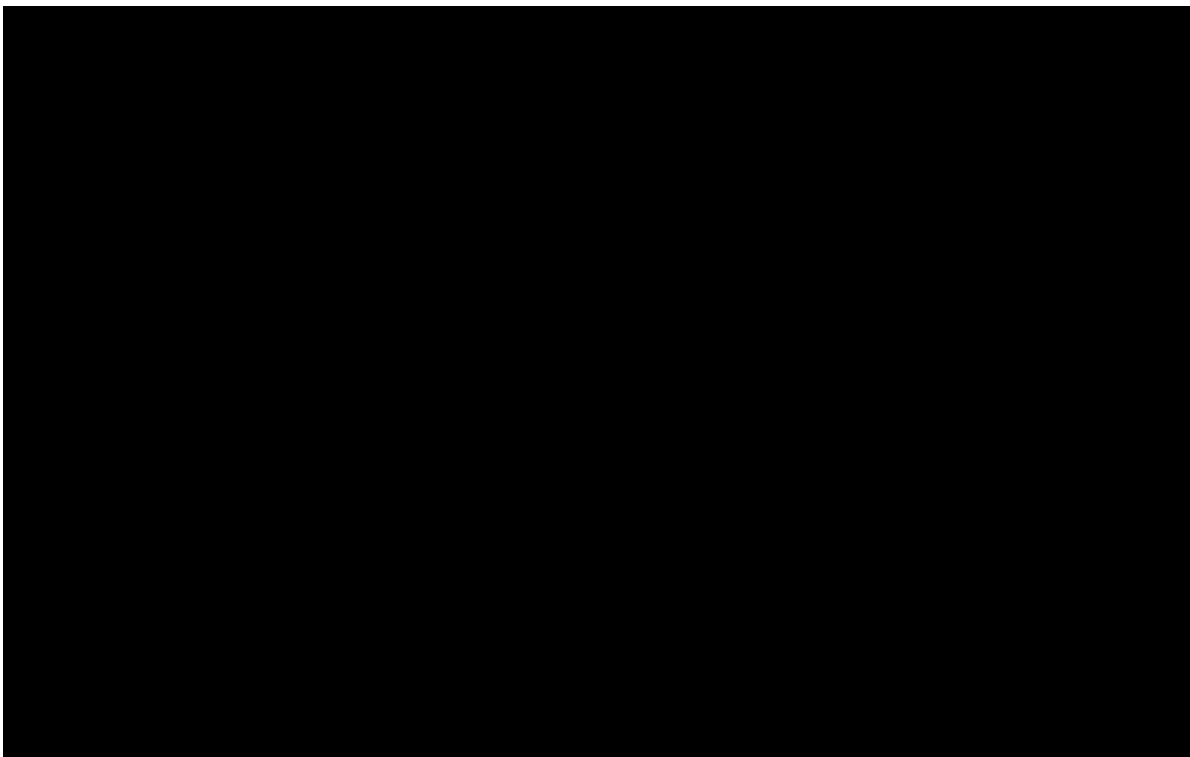


Tabla 9. Ubicación del proyecto y Estación de Descompresión

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (14 Q)		Área predio
	Longitud	Latitud	X (m E)	Y (m N)	[m²]
Terreno para Descompresión					

UBICACIÓN Y COORDENADAS DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”



En el plano general y de localización del Anexo 1.3 se podrá observar la información antes referida. **UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**

El proyecto se realizará desde la conexión con manguera flexible con un tráiler y hasta la salida de la estación de descompresión, dentro del terreno mencionado, el proyecto se encuentra en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Guanajuato, por lo cual se analizaron las colindancias de la estación, esto de la siguiente manera:

- Hacia las zonas Norte, Este, Oeste y sus derivaciones de estas, solo colinda con los terrenos de los propios invernaderos, y al término de esto se tienen de forma inmediata y por más de 1.5 km de distancia, terrenos baldíos y algunos de cultivo, sin presentar infraestructura ni industrial, comercial y/o residencial.
- Hacia el Sur, la Estación de igual forma colinda en primera instancia con terrenos propios de la empresa, sin embargo, al término de estos terrenos (casi 0.5 km después) se localiza el inicio de una pequeña comunidad urbana de no más de 1 km de longitud y con asentamientos comerciales al igual que residenciales. Posterior a esta comunidad al igual que en el resto de direcciones, se rodea de terrenos de cultivo y baldíos.

En resumen, la estación de descompresión se encuentra rodeada y colindando principalmente con lotes baldíos y algunos terrenos de cultivo, es importante resaltar que al Sur es donde encontramos alguna infraestructura urbana, comercial y residencial.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

A pesar de solo se trata de una estación de descompresión y el área donde se instala sea menor, dicha estación cuenta con colindancias significativas, hablando de aspectos ambientales y/o sociales, en la tabla siguiente se muestra esto:

Tabla 10. Principales zonas colindantes del proyecto

Nombre de la Instalación	Zona de interés colindante	Descripción	Distancia respecto a la instalación (m)
Estación de Descompresión de Gas Natural	Infraestructura Industrial (de la propia empresa)	En todas las direcciones de la descompresora se localiza la infraestructura del usuario	Desde 20 metros.
	Zona Urbana	Se localiza al Sur únicamente, sin embargo, es una pequeña área.	500 metros

Resumen Ambiental

El estado de Guanajuato cuenta con un “Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato PED 2040”, el cual divide al territorio estatal en Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT). El sitio del proyecto se ubica en la UGAT 119, la cual, tiene una política de aprovechamiento sustentable.

Debido a que la UGAT estatal es considerablemente más extensa que la superficie en la que se desarrollará el proyecto y al tipo de actividades que se desarrollarán, no se consideró representativo delimitar el Sistema Ambiental (SA) a la UGAT. Por lo anterior, se delimitó un Sistema Ambiental con base en caminos ya establecidos, el uso de suelo y vegetación y el tipo de suelo.

El Sistema Ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica “Sierras y llanuras del norte de Guanajuato”, la cual forma parte de la provincia fisiográfica “Mesa del centro”. Las características geomorfológicas de la zona corresponden a llanura de tipo aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado. Las formaciones rocosas en el SA corresponden a la unidad cronoestratigráfica Ts(ar-cg), de clase sedimentaria y tipo Arenisca-Conglomerada. Respecto al tipo de suelo, se caracteriza por ser de tipo Feozem lúvico (HI/2/D).

El clima en el área es BS1kw, es decir, semiseco templado. En cuanto a la hidrología, el SA forma parte de la región hidrológica 12 “Lerma-Santiago”, ubicado en la cuenca hidrológica “R. Laja” y la subcuenca “R. Laja-Pañuelitas”. De acuerdo con la información más reciente presentada por la CONAGUA, se observa que no existe cuerpos o corrientes de agua en la zona donde se desarrollará el proyecto, y que únicamente hay una corriente identificada como “Río San Agustín”, situada al Este del proyecto a una distancia aproximada de 1.37 km, no se prevé que las actividades relacionadas con el proyecto modifiquen las condiciones actuales de las corrientes que se encuentran cercanas al Sistema Ambiental.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Para poder determinar el comportamiento del viento en la zona, se consideró la información proporcionada por la red de Estaciones Climáticas administrada por la Fundación Guanajuato Produce, A.C., esto debido a que no se encontraron estaciones cercanas tales como las EMA o ESIME. Para la Estación “Los Magueyes”, ubicada a 6.17 km al sur del proyecto, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 11. Valores promedio medidos en la estación "Los Magueyes" para el periodo de mayo de 2019 a mayo de 2020.

Valores	Radiación solar (W/m ²)	Velocidad del viento (Km/h)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Máximo	1,336.6	34.8	100	28.2	32.8
Promedio	252.72	5.90	63.37	0.0114	17.30
Mínimo	0.00	0.00	7.10	0.00	-2.90

Fuente: Elaboración propia con información del Fundación Guanajuato Produce, A.C.

En la siguiente figura se muestra la incidencia en la dirección de viento registrada en la estación “Los Magueyes” para el mismo periodo de tiempo que la tabla anterior. Las líneas concéntricas representan el porcentaje de ocasiones que el viento mantuvo dicha dirección. Como se observa, la dirección predominante es hacia el Noreste con el 29.06% de incidencia, seguido de la dirección hacia el Norte con 19.80%.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

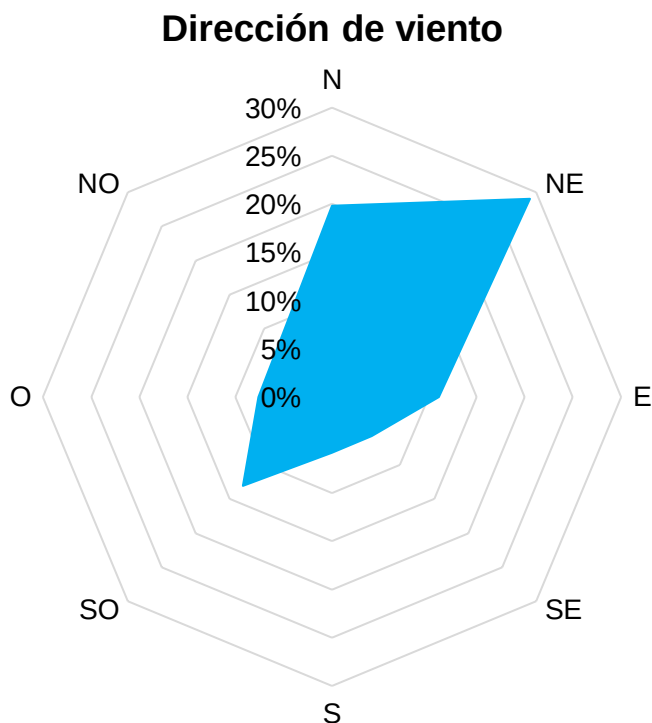


Figura 24. Gráfica de dirección de viento en "Los Magueyes" para el periodo de mayo de 2019 a mayo de 2020.

Así mismo, de acuerdo con la información disponible, se presenta para la siguiente estación climatológica* los valores promedio de temperatura, precipitación, número de días con lluvia y niebla para diferentes periodos de tiempo, éstas fueron seleccionadas por ser las más cercana al sitio del proyecto, encontrándose a 13 km y 14 km de este.

Tabla 12. Datos de la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto.

ID	Nombre de la estación	Periodo	Latitud	Longitud	Altura
11043	Lourdes	1951-2010	21°17'24" N	100°42'07" O	1,995.0 msnm
11057	Río Lajas		21°12'00" N	100°55'00" O	1,906.0 msnm

Tabla 13. Valores promedio medidos en las estaciones climatológicas 11043 y 11057.

Concepto	ID	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal (°C)	11043	21.9	23.2	26.5	28.7	29.7	26.9	25.0	24.9	24.4	23.7	23.4	21.9	25.0
	11057	22.1	24.3	27.4	29.6	30.0	27.9	26.5	27.0	25.7	24.9	24.5	22.9	26.1
Temperatura media normal (°C)	11043	12.2	13.2	16.0	18.6	20.2	19.3	18.2	18.1	17.6	15.7	13.8	12.6	16.3
	11057	12.6	13.9	16.7	18.9	20.3	20.0	19.3	19.5	18.5	16.8	15.2	13.6	17.1

** Información obtenida directamente de la Comisión Nacional del Agua a través de su página electrónica <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=gto>.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Concepto	ID	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura mínima normal (°C)	11043	2.5	3.2	5.5	8.5	10.7	11.7	11.4	11.2	10.8	7.6	4.2	3.2	7.5
	11057	3.0	3.6	6.1	8.3	10.7	12.1	12.0	12.1	11.4	8.6	6.0	4.2	8.2
Precipitación normal (mm)	11043	11.2	4.9	9.5	21.6	29.9	85.3	71.6	65.1	62.7	35.0	8.6	8.0	413.4
	11057	9.4	4.6	11.3	20.3	42.4	109.1	95.9	108.3	93.8	39.2	21.2	8.3	563.8
Evaporación total	11043	103.0	116.7	180.7	195.7	207.7	182.2	169.0	159.2	142.8	126.4	104.9	93.5	1,781.8
	11057	SD†	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Número de días con lluvia	11043	1.8	1.2	1.5	2.9	4.5	7.1	6.4	6.0	6.1	4.2	1.2	1.5	44.4
	11057	1.3	0.7	1.6	2.5	5.0	8.9	8.5	8.9	8.6	4.4	2.0	1.4	53.8
Número de días con niebla	11043	2.8	1.4	1.4	1.2	2.1	2.2	1.9	2.2	1.6	2.9	3.4	2.7	25.8
	11057	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.2	1.4
Número de días con granizo	11043	0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	2.8
	11057	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.7
Número de días con tormenta eléctrica	11043	1.4	1.3	0.7	1.5	1.3	1.0	0.9	1.0	1.5	1.9	1.7	1.5	15.7
	11057	0.2	0.7	0.9	1.2	1.1	1.1	1.0	0.7	0.5	0.8	0.4	0.3	8.9

El municipio de dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional se ubica en la Zona B (de acuerdo con la regionalización sísmica del SSN), la cual es una zona intermedia con sismos poco frecuentes (CENAPRED, 2000). Así mismo, con base a la información proporcionada por el INEGI a través de sus bases de datos, no se identifica la presencia de fallas o fracturas geológicas en al menos un radio de 21.7 km del proyecto.

El Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del estado, actualmente vigente, identifica tres tipos de uso de suelo dentro de los límites determinados para el Sistema Ambiental, siendo agricultura de riego, agricultura temporal y pastizal natural.

El principal uso de suelo y vegetación donde se ubica el proyecto corresponde a una entidad de área agrícola de riego. De acuerdo con la revisión bibliográfica de flora y fauna reportadas para el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, no se encontraron especies de plantas, aves, mamíferos o reptiles dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con las investigaciones realizadas, la flora que se identifica en el Sistema Ambiental corresponde, en su mayoría, a las familias Fabace y Poaceae. Respecto a la fauna encontrada en el área son principalmente aves, como *Quiscalus mexicanus*, *Caracara cheriway*, *Columba livia* y *Passer domesticus*, estos ejemplares son encontrados muy comúnmente en zonas con alta presencia antropocéntrica, algunas de las especies observadas son consideradas especies invasoras, debido a la capacidad de desplazar a especies endémicas y nativas, se han adaptado para conseguir alimentos y refugios en zonas urbanas. Algunas especies de reptiles y mamíferos se pueden observar en la zona del proyecto, por el uso de suelo en que se encuentra, ya que estos individuos se benefician de las zonas de cultivo por los insectos y roedores que ahí se pueden encontrar.

† Sin datos.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

IV. Análisis Preliminar de Riesgos

Para esta fase se llevará a cabo una identificación de posibles riesgos a partir de los siguientes métodos:

1. Una lista de verificación bajo la referencia de algunos puntos de la NOM-010-ASEA 2016: *Requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y terminales de descarga de módulos de almacenamiento transportable y Estaciones de suministro de vehículos automotores*, con el fin de que se verifique el cumplimiento en todas las etapas del proyecto, de tal manera que se identificarán los puntos que puedan generar un riesgo. Se hace bajo ciertos puntos de esta norma ya que no existe norma oficial nacional para la actividad de descompresión.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Esta metodología tiene como objetivo identificar los requerimientos de diseño, administrativos, operacionales, de mantenimiento y legales necesarios para la ejecución del presente proyecto. Esta lista de verificación se conforma de cuatro columnas, donde se especifica la actividad verificada (numeral de la norma), si aplica o no y algunas observaciones al respecto.

Derivado de lo anterior, se obtuvo un listado con las actividades y medidas necesarias establecidas en la norma que son de aplicación para el proyecto. Dicha tabla se puede consultar de forma completa en el Anexo 4.8.1

2. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones Similares: El análisis histórico de accidentes es un método del tipo cualitativo, el cual consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en sistemas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Se basa en informaciones de procedencia diversa:
 - Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
 - Bancos de datos de accidentes informatizados (tal es el caso de la información proporcionada por la Dirección General de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).
 - Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales o de las autoridades competentes.
 - Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes
3. Como adicional se llevará a cabo la metodología cuantitativa, en específico el índice Mond, con el fin de conocer el riesgo de la Estación de Descompresión como un solo nodo o una sola unidad de proceso. Es un índice de riesgo se basa en la asignación de penalizaciones y/o bonificaciones a diferentes áreas e instalaciones de un proyecto, las penalizaciones son asignadas en función de las sustancias presentes y las condiciones de proceso, las bonificaciones toman en cuenta las medidas de seguridad que pueden mitigar o prevenir efectos adversos a la operación de la instalación.

La aplicación del método es iterativa, por cuanto en primer lugar se divide la instalación objeto de estudio en unidades de proceso, se describen los materiales determinantes en el riesgo y se evalúa el peor caso; una vez obtenido el resultado, se corrige con la modificación de los índices más determinantes (si ello es razonable) y por último se modifican los valores obtenidos mediante la aplicación de unos factores correctores que tienen en consideración aquellos aspectos que minimizan el riesgo. A todos estos valores se les asigna un valor numérico de acuerdo con lo señalado por la metodología y posteriormente se calcula el Factor de Riesgo Global, el cual señala el riesgo integral que representa el proyecto, tanto con los índices del sistema planteados sin ninguna medida de prevención y/o seguridad como del sistema al considerar los índices de reducción.

A continuación se realizan las metodologías anteriormente mencionadas:

Lista de Verificación

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Se ha mencionado que la lista de verificación para este análisis de riesgo preliminar se realizará en base a la NOM-010-ASEA-2016, con el fin de verificar aspectos desde el diseño de la misma, en el Anexo 4.8.1 se podrá encontrar el archivo completo de la lista de verificación:

Tabla 14. Ejemplo de la lista de verificación

NOMBRE DEL DOCUMENTO		Lista de Verificación	PROYECTO:	ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN DE GAS NATURAL EN DOLORES HIDALGO, GUANAJUATO	
NORMA Oficial Mexicana que se toma de referencia NOM-010-ASEA-2016 GAS NATURAL COMPRIMIDO				VERIFICO	ING. TANIA MARTINEZ
UBICACIÓN:	ESTADO DE GUANAJUATO				
ACTIVIDAD VERIFICADA			SI	NO	OBSERVACIONES
5. Diseño					
Análisis de Riesgo. La Terminal y Estación de GNC deben contar con un Análisis de Riesgo, elaborado por una persona moral con reconocimiento nacional o internacional, de conformidad con la regulación que para tal fin emita la Agencia y las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican, o las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.			X		
8. Cierre y Desmantelamiento			X		

IV.1 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en un sistema como el que manejamos en el proyecto; además, sirve para hacer una aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

La principal ventaja en el uso de esta metodología de análisis de riesgo ambiental es que el establecimiento de una hipótesis de accidentes se basa en casos reales. De esa forma, a continuación, se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acontecidos tanto internacional como nacionalmente, conforme los siguientes puntos:

Cabe mencionar que no hay una base de datos o noticias sobre accidentes y/o incidentes en alguna estación de descompresión, la tecnología es relativamente nueva en el mercado nacional, por lo que este punto se ataca en percances o eventos que se hayan registrado con la sustancia: Gas Natural.

Marco General.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Las actividades petroleras como el transporte o manejo de sustancias como el gas natural, en todo proceso industrial que esta intervenga tiene cierto margen de riesgo que puede estar vinculado a manifestaciones de eventos no deseados como incendios o explosiones (derivados de fugas e ignición) y otros factores como los siguientes:

- a) Inadecuado control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación tales como bridas, empaques en válvulas y en los puntos de inicio y final.
- b) La frecuencia, continuidad y características de los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- c) La eficiencia y rapidez de respuesta para el control de emergencias, de acuerdo con los planes de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

En lo referente al control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación, esto representa para el proyecto en estudio un abatimiento del nivel de riesgo muy importante, debido a que la mayor parte de los materiales manejados en la industria de hidrocarburos, han demostrado cumplir con los estándares de calidad más importantes establecidos por la Internacional Standard Organization (ISO), lo que generalmente resulta en nulas fallas en materiales y equipos de operación.

Debido a que Accesgas operará este sistema, estará atento a realizar con frecuencia, y continuidad los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo, así como una oportuna y eficaz atención y respuesta para el control de emergencias a partir de la implementación de programas de Seguridad Industrial y Protección Ambiental y/o con la adopción de estándares de calidad cada vez más exigentes; sin embargo, pudieran persistir problemas, aunque en pequeña proporción, lo que provoca que existan factores extrínsecos a las labores y actividades de operación que pudieran derivar en problemas de accidentes.

A pesar de que la industria petrolera tiene un registro de accidentes inferior al de otras actividades industriales, ésta es considerada de alto riesgo. Para el caso de México, los accidentes con gas natural han ocurrido en su mayoría en gasoductos, dichos eventos pusieron de manifiesto el alto grado de consecuencias derivadas de las manifestaciones del riesgo implícito que lleva la operación y manejo de sistemas que contienen el combustible mencionado.

Estadística General de Accidentes:

Conforme datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en su página electrónica de internet (www.profepa.gob.mx), el análisis estatal y anual de accidentes en la República Mexicana, para el período 2000 - 2014, presenta la siguiente estadística:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 15. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA

Estado	Año																Total		Acumulado
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos	%	(%)	
Veracruz	143	83	73	94	118	85	63	65	44	46	45	57	90	76	123	1205	15.88	15.88	
Tabasco	98	93	92	60	65	63	46	59	26	29	9	12	20	24	95	791	10.42	26.30	
Tamaulipas	10	33	30	41	44	32	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62	
Guanajuato	31	34	6	14	6	9	11	16	24	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72	
Campeche	39	41	41	48	116	38	5	10	2	4	2	6	6	5	12	375	4.94	45.67	
México	25	19	19	21	8	23	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28	
Oaxaca	18	19	17	19	18	23	29	22	24	19	16	21	30	21	29	325	4.28	54.56	
Puebla	12	16	20	30	11	19	8	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64	
Nuevo Leon	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35	
Sonora	13	15	4	6	13	15	10	18	12	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77	
Chiapas	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70	
Jalisco	19	8	5	8	2	13	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57	
Hidalgo	22	20	13	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33	
Distrito Federal	14	3	4	7	16	19	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05	
Chihuahua	4	8	3	0	1	6	13	13	12	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50	
Coahuila	25	19	12	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75	
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	11	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72	
Michoacán	11	14	13	11	7	3	7	6	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60	
San Luis Potosí	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43	
Querétaro	9	3	5	6	6	1	6	9	7	11	10	11	13	10	27	134	1.77	89.20	
Sinaloa	6	5	9	3	2	2	2	5	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90	
Zacatecas	2	4	3	3	1	8	4	10	5	9	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54	
Yucatán	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72	
Durango	5	10	4	3	5	9	1	9	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74	
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	7	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60	
Tlaxcala	6	7	1	0	1	6	4	4	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44	
Guerrero	2	3	0	5	4	2	2	1	6	7	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19	
Baja California Sur	0	5	0	3	0	0	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85	
Aguascalientes	4	5	3	1	1	1	1	0	3	8	3	2	2	2	7	43	0.57	98.42	
Colima	2	0	2	2	4	4	4	2	4	5	1	0	3	2	8	43	0.57	98.99	
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	3	5	41	0.54	99.53	
Quintana Roo	3	0	3	0	2	3	3	3	3	2	4	2	5	2	1	36	0.47	100.00	
Total	596	544	470	454	502	455	362	405	350	368	339	426	618	606	1095	7590	100.00		
Eventos / Día	1.63	1.49	1.29	1.24	1.38	1.25	0.99	1.11	0.96	1.01	0.93	1.17	1.69	1.66	3.00	1.39			

Puede observarse que el Estado de Guanajuato, se encuentra registrado en la 4ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (14 – 237) fueron desde 2011 a 2014.

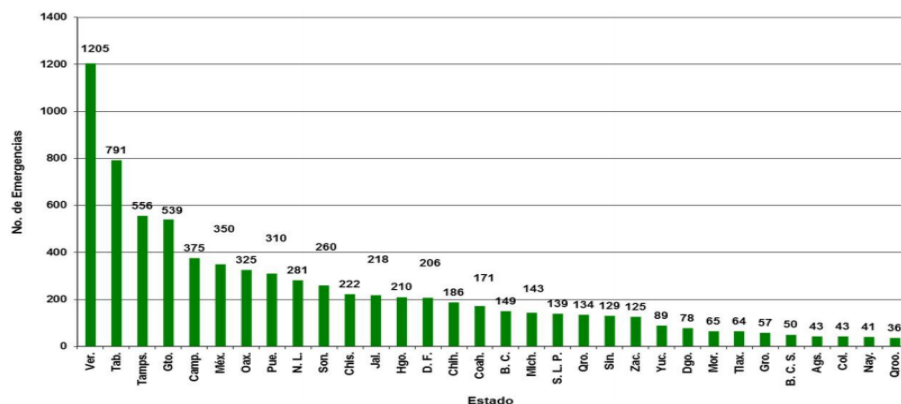


Figura 25. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA

De los accidentes reportados, en el período 1998 – 2009, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas, son:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

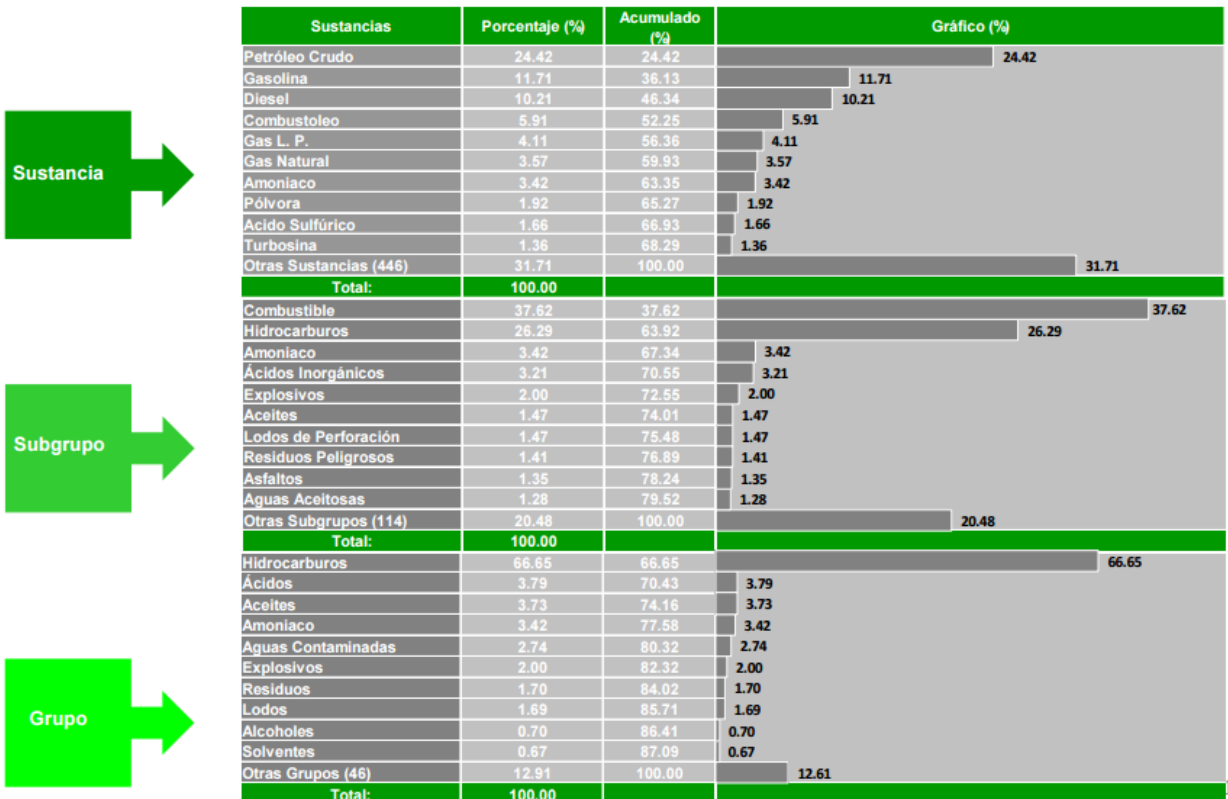
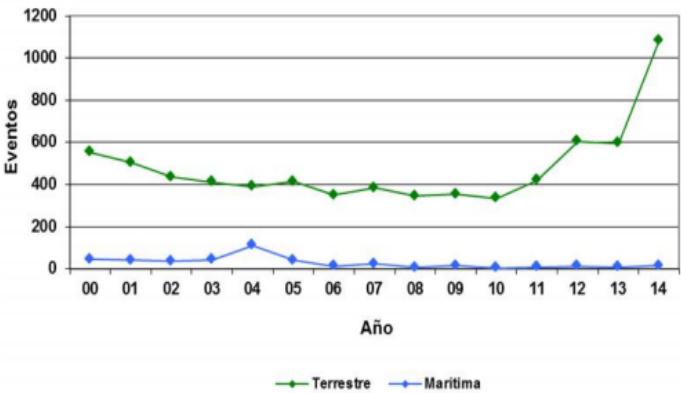


Figura 26. Sustancias involucradas en emergencias

A este respecto, se puede apreciar que el Gas Natural se encuentra situado como una de las sustancias reportadas con menor frecuencia en los accidentes analizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta sustancia se relaciona con un 3.57 % de los accidentes ocurridos en la República Mexicana (para el período 1998 - 2009). Por otra parte, para el período señalado entre 2000 y 2014, los accidentes reportados en el país se han presentado mayoritariamente en actividades de transporte, conforme se establece enseguida:

Año	Número de Eventos	Localización			
		Terrestre		Marítima	
		No.	%	No.	%
2000	596	552	92.6	44	7.4
2001	544	503	92.5	41	7.5
2002	470	435	92.6	35	7.4
2003	454	411	90.5	43	9.5
2004	502	390	77.7	112	22.3
2005	455	414	91.0	41	9.0
2006	362	349	96.4	13	3.6
2007	405	383	94.6	22	5.4
2008	350	344	98.3	6	1.7
2009	368	354	96.2	14	3.8
2010	339	335	98.8	4	1.2
2011	426	419	98.4	7	1.6
2012	618	605	97.9	13	2.1
2013	606	597		9	
2014	1095	1080	98.6	15	1.4
Total:	7590	7171	94.5	419	5.5



“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

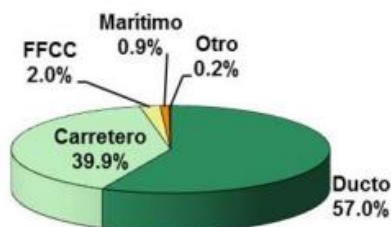
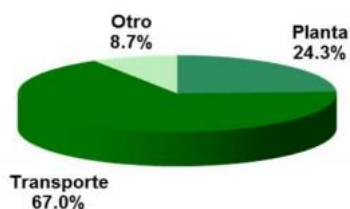
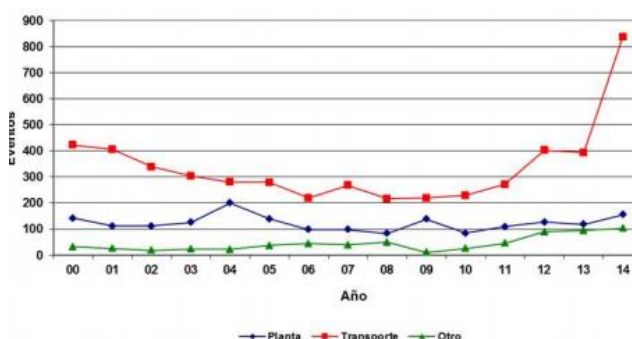
Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Exposición		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.6	35	5.9	6	1.0
2001	544	60	9.2	455	83.6	14	2.6	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	5.5	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	25	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	350	54	15.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	15.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
Total:	7590	883	11.6	5658	74.5	475	6.3	535	7.0	39	0.5

Figura 27. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014)
Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA

Observando los datos anteriores, se verifica una amplia preponderancia de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas por medio de ductos, aunque se debe señalar que no necesariamente son por falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos a allanamientos para el robo de combustibles ó dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México tiene referencia a la localización de los siniestros y el tipo de estos, conforme se muestra a continuación:

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
Total:	7590	1841	24.3	5086	67.0	663	8.7



“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
Total:	7590	1841	24.3	5086	67.0	663	8.7

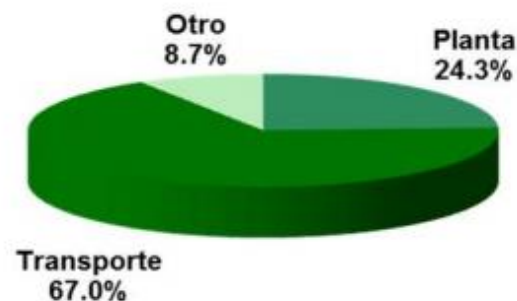


Figura 28. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.

De la información anterior, se desprende que la localización de accidentes en la República Mexicana se presenta en número superior en forma terrestre; sin embargo, esto no quiere decir que sean los que mayor daño provoquen al ambiente, dado que gran parte de los siniestros acontecidos en el medio marítimo han tenido consecuencias catastróficas sobre los recursos bióticos, principalmente en los marinos, por tratarse de sistemas muy frágiles. Así también, se puede apreciar que el mayor número de eventos analizados por la PROFEPA en el período 2000 – 2014, se vincula con fugas o derrames, lo cual tiene relación directa con el tipo de sustancias principales ligadas con accidentes, mencionadas anteriormente, destacando el petróleo, la gasolina, el diesel, el combustóleo, el amoníaco y el Gas L.P.

IV.1.1 Alcance de los daños causados

Anteriormente, en el reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, se establecieron de forma particular los daños provocados por cada uno de los accidentes registrados. De manera complementaria, a continuación, se establece una relación general entre el número de emergencia y personas afectadas en accidentes ocurridos en el país, durante el período 1993 – 2009:

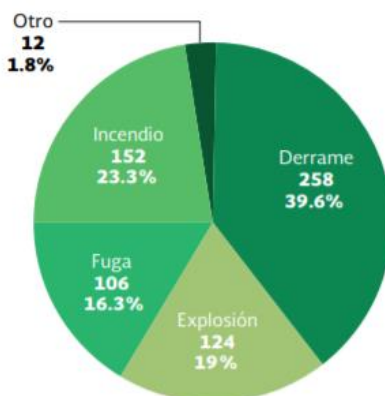
“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

AÑO	NO. DE EMERGENCIAS	AFECTADOS	AFECTADOS/ EMERGENCIA	EMERGENCIAS POR DIA	AFECTADOS POR DIA
1993	157	1,653	10.53	0.43	4.53
1994	416	667	1.60	1.14	1.83
1995	547	13,044	23.85	1.50	35.74
1996	587	18,190	30.99	1.61	49.84
1997	632	10,323	16.33	1.73	28.28
1998	538	7,792	14.48	1.47	21.35
1999	469	12,772	27.23	1.28	34.99
2000	470	16,390	34.87	1.29	44.90
2001	565	7,151	12.66	1.55	19.59
2002	470	13,881	29.53	1.29	38.03
2003	457	13,807	30.21	1.25	37.83
2004	503	23,197	46.12	1.38	63.55
2005	456	26,682	65.09	1.25	81.32
2006	362	4,932	13.62	0.99	13.51
2007	403	32,923	81.69	1.10	90.20
2008	349	11,141	31.92	0.96	30.52
2009	370	9,035	24.42	1.01	24.75
TOTAL	7998	241,785			
PROM.	470.47	14,222.65	30.23	1.29	38.97

Figura 29. Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales

Atención y Seguimiento de Emergencias Ambientales Año 2017

La PROFEPA cuenta con el Centro de Orientación para la Atención a Emergencias Ambientales (COATEA). En el año 2017 se recibieron 652 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales, de las cuales 258 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 124 por explosiones, 106 por fugas, 152 por incendios en las instalaciones y 12 por otras causas. Del total de las emergencias ambientales notificadas, se instauraron los procedimientos administrativos correspondientes en los sitios con afectación mayor a un metro cúbico para verificar la restauración de las áreas afectadas y evitar impactos ambientales adversos, en los casos competencia de la Procuraduría.



"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Figura 30. Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652

Del total de emergencias, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) atendió 262 casos y la PROFEPA 390.



Figura 31. Emergencias notificadas en 2017

La información relacionada con la ocurrencia y seguimiento de emergencias ambientales asociadas con el manejo de sustancias químicas se ha registrado desde la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en 1992. Con estas acciones de inspección y vigilancia la institución busca minimizar los riesgos a la población y al ambiente ocasionados por las sustancias químicas liberadas durante la ocurrencia de emergencias.

IV.1.2 Identificación de las Causas de los Accidentes

a) Errores humanos.

Los errores humanos se originan por un sin número de causas y que no son necesariamente atribuibles a los operadores, ya que la organización o bien las condiciones del centro de trabajo, influyen en gran medida.

El error humano incluye actitudes o prácticas incorrectas (inseguras) que originan como consecuencia que una persona no logre el objetivo o propósito deseado, esto es, por omisiones, acciones equivocadas o insuficiencia en los requerimientos de ejecución.

El origen de los errores humanos presenta diversas vertientes, destacando:

- Administración inadecuada.
- Distracción o fatiga.
- Falta de concentración o de memoria.
- Negligencia.
- Fallas personales por falta de o entrenamiento inadecuado.
- Secuencia indebida en la operación por deficiencias en el entrenamiento (incluye la falta de evaluación de operarios).
- Interrupción de operaciones en un momento no pertinente, por capacitación deficiente o negligencia.
- Condiciones ambientales relacionadas con la empresa.

De hecho, durante el análisis de los accidentes ocurridos en las diferentes instalaciones, el ambiente de trabajo es, probablemente, el factor que más contribuye a la causa de errores

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

humanos, debido a que si los señalamientos o la presentación de información no resultan claros y evidentes, el acceso a los dispositivos de seguridad es complicado, o si las áreas operativas son reducidas, demasiado calientes o frías, o no existe una disposición ordenada, es muy alta la probabilidad de que los operadores cometan faltas.

Otro factor que es motivo de causa de accidentes por error humano, se refiere a los hábitos de trabajo inadecuados, incluyéndose deficientes prácticas de trabajo para llevar a cabo la producción, suministro o trasiego de combustibles, manejo de vehículos utilitarios (implicando el provocar rotura de tuberías y daño a instrumentos que manejan sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos), realización de actividades de mantenimiento (reparaciones improvisadas o mal realizadas) y aplicación de medidas de control y protección de riesgos (instalación y ubicación deficiente de equipos y dispositivos contra incendio).

En cuanto a la administración, una situación de riesgo se induce por acostumbrar operaciones sin tener recordatorios, mediante capacitación o campañas de seguridad continuas, referentes a las condiciones de riesgo específicas en el centro de trabajo.

b) Fallo de equipos

Algunas de las fallas más frecuentes, ligadas con la generación de accidentes, son:

- Operación de equipos e instalaciones obsoletas y en malas condiciones.
- Falta de inspección y de mantenimiento de equipos y accesorios, con lo que pueden presentar fracturas u orificios originados por corrosión en elementos metálicos. A este respecto, se incluyen las fallas o accidentes mecánicos producidos en equipos de proceso por desgaste o mala operación, lo cual puede debilitar las instalaciones de ocasionando eventos de riesgo.
- Instalación inadecuada de válvulas y demás accesorios de seguridad en los sistemas operativos, referentes a procedimientos y selección de materiales deficientes.
- Defectuosa calidad en la manufactura de válvulas y accesorios de calidad.
- Fugas y derrames ocasionados por deficientes prácticas de mantenimiento (falta de procedimientos, instrumentos y personal calificado).
- Rotura de tuberías e instrumentos que manejen sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos utilitarios o de proveedores.
- Fugas y explosiones provocadas por incendios en áreas contiguas.
- Explosión por sobrepresión en recipientes de almacenamiento, rebasándose su presión de diseño y la de la prueba hidrostática, conjuntándose con la falta de disparo de la respectiva válvula de alivio.
- Reparaciones improvisadas o mal realizadas.

c) Fallo de diseño o de proceso

En este rubro, los factores que más inciden en la generación de accidentes son:

- Incumplimiento a la normatividad referente al diseño y construcción de instalaciones (incluye sistemas hidráulicos, eléctricos, sanitarios, de combustibles y de manejo de insumos).
- Falta de implementación de sistemas de seguridad y de apoyo de las áreas operativas.
- Falta de instrumentación o mal estado de la existente, para medición de condiciones de operación o de detección de condiciones inseguras o de riesgo.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

- Falta de sistemas de alarma o de comunicación que ayuden a que se controle oportunamente cualquier riesgo inminente.
- Instalaciones eléctricas no pertinentes para ambientes explosivos, en su caso.
- Consideraciones inadecuadas de la capacidad necesarias para la operación de los equipos de proceso.

Algunos de los eventos ocurridos en México referentes al gas natural (específicamente transporte por ducto y plantas, ya que es la actividad con mayor afluencia de dicho combustible) se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 16. Eventos ocurridos en México

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1978	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1992	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1984	Tabasco, México	Área de válvulas y ducto	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga en accesorio	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1998	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2007	Guanajuato, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2011	Puebla, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Emisión de material	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2012	Tamaulipas, México	Planta de Gas	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Estado de México, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Oklahoma	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Texas	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Missouri	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2014	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2015	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Ruptura de tubería	Ruptura por máquina	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2015	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)
2016	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
							con la información)

Fuente: Elaboración propia.

Históricamente, las tuberías son una de las formas más seguras para transportar hidrocarburos, incluyendo al gas natural. Sin embargo, la posibilidad de fuego o explosión existe aun cuando esto sea un evento extremadamente raro para cualquier tubería.

La Oficina para la Seguridad de las Tuberías (Office of Pipeline Safety) (OPS) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (Department of Transport) (DOT), mantiene una de las bases de datos de incidentes en tuberías con gas natural más extensas.

Esta base de datos provee una visión de las causas y consecuencias de fallas en tuberías y accesorios.

El análisis de la base de datos revela que las causas de falla pueden ser ampliamente clasificadas en diferentes categorías:

- Defectos de construcción y/o materiales;
- Corrosión (interna y/o externa);
- Daño por fuerzas naturales (temblores, rayos, fuego, etc.);
- Fallas humanas durante la operación (falta de supervisión, mantenimiento o falta de capacitación).
- Daño por excavaciones por terceras partes;
- Fuerzas externas desconocidas;
- Otras.

La estación de descompresión es un sistema nuevo que utilizará mejores materiales y avances tecnológicos para su construcción y operación. Por tanto, la probabilidad de falla debería ser mucho menor que la estadística promedio. Aun cuando se presenten fugas accidentales de gas natural, no siempre se presenta fuego ni ocurre una explosión. Dichas categorías fueron compiladas a partir de datos de fallas en infraestructura para la transmisión de gas natural de información obtenida de la OPS. La tabla muestra la probabilidad relativa de diferentes causas respecto a todas las causas identificadas en el Reporte GRI del año 2001.

Tabla 17. Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999

Causas de Falla ^c	Porcentaje
Defectos de construcción y/o materiales	24.0
Corrosión	21.0

^c Se excluyen incidentes asociados con tuberías, estaciones de compresión y estaciones de regulación/medición.
Fuente: PRCI report, PR-218-9801, March 2001

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Causas de Falla ^c	Porcentaje
Daño por fuerzas naturales	9.0
Daño por excavaciones por terceras partes	30.0
Fuerzas externas desconocidas	1.0
Desconocidas/Otras	16.0
Total	100%

Como se muestra en la tabla anterior, los defectos de construcción y/o materiales y corrosión son las causas más frecuentes de fallas en infraestructura de gas, representando el 45% de las fallas.

d) Descripción y valoración de las medidas aplicadas y, si es posible, de las estudiadas para evitar la repetición del accidente.

En referencia al reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, la medida coincidente aplicada por los respectivos involucrados en eventos de derrames fue la aplicación de bloqueo al flujo de la sustancia y limpieza de la zona afectada. En algunos casos fue posible la recuperación del producto.

De cualquier forma, todos los reportes de accidentes incurridos en instalaciones, al ser del conocimiento por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, requieren de una reevaluación de sus Estudios de Riesgo Ambiental, así como sus correspondientes Programas para la Prevención de Accidentes.

Particularmente para el proyecto de estudio, es necesario indicar que, entre las medidas establecidas para evitar la repetición de algunos accidentes registrados en la estadística nacional, se encuentra antes que todo, el hecho de que la ingeniería de la estación de descompresión para Gas Natural fue diseñada y será construida en estricto apego de las buenas prácticas, las heurísticas, así como de las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Internacionales que apliquen o sirvan de referencia. Bajo esta consideración, se determina que la estación cumplirá con los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben observar en el territorio nacional para esta clase de instalaciones.

En cuanto a la ejecución de actividades de descompresión, se seguirá un conjunto de procedimientos operativos previamente establecidos, encaminados a la prevención de accidentes y promoción de un desarrollo seguro de las labores.

Adicionalmente, se debe señalar que las condiciones de Construcción y operación de la estación de descompresión de gas natural, se sujetará a una evaluación del cumplimiento estricto con respecto a las especificaciones marcadas en la normatividad técnica vigente.

IV.1.3 Justificación de la metodología seleccionada

El número de metodologías para identificar y jerarquizar los riesgos ambientales se ha ido diversificando conforme la tecnología, generación y accesibilidad de información han ido mejorando, es por ello por lo que el primer aspecto a resolver es la elección del enfoque y método adecuados con base a las características particulares del proyecto y a la información base disponible.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

En términos generales, los métodos existentes^d varían en nivel de complejidad y requieren de distintos tipos de datos, experiencia y herramientas tecnológicas; por lo tanto, producen diferentes niveles de precisión y certidumbre, sin embargo, en general dependen en buena parte de la experiencia del grupo de expertos quien realiza el estudio.

Con base en lo anterior, se consideró como mejor opción el uso de metodologías tales como la lista de verificación, HAZOP, Matriz de jerarquización e Índice de Mond para la identificación, descripción y jerarquización de riesgos, ya que permiten un procedimiento lógico, objetivo y presentan la información de manera clara y concisa, lo que permite describir los riesgos de acuerdo con las particularidades del proyecto. Mediante el uso de estas metodologías, es posible apreciar la afectación de cada riesgo, así como determinar las acciones más relevantes para cada uno de ellos.

A continuación, se resumen las metodologías de análisis utilizadas;

Índice de Mond

Toda la descripción de la metodología se encuentra en el Anexo 4.6. Los resultados de la aplicación de esta metodología se encuentran en el Anexo 4.8.2.

Resultado de lo anterior, se obtiene el índice Global de Riesgo (R) para los dos casos, las siguientes tablas resumen los resultados tabulados obtenidos a partir de cada sección de estudio, los cuales se estructuraron a partir de los reportes del “Índice de Mond” correspondientes.

Tabla 18. Resultados índices del sistema

Índice	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente	D	267.99	Muy Catastrófico
Índice de Riesgo de Incendio	F	0.1791	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna	E	5.1	Alto
Índice de Riesgo de Explosión Aérea	A	4.94	Ligero
Índice Global de Riesgo	R	525.06	Alto

Tabla 19. Resultados índices con reducción

Índice con Reducción	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente Reducido	D_R	131.35	Alto
Índice de Riesgo de Incendio Reducido	F_R	0.07427	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna Reducido	E_R	2.62	Bajo
Índice de Riesgo de Explosión Aérea Reducido	A_R	0.02	Ligero
Índice Global de Riesgo Reducido	R_R	34.44	Bajo

Conclusión de análisis preliminar:

^d Por mencionar algunos: *Métodos ad hoc*, útiles cuando existen limitantes con respecto al tiempo e información, por lo que la evaluación depende casi en su totalidad en la opinión de los expertos. Los *Checklists* y *matrices* son adecuadas para organizar y presentar información; los *Métodos de Evaluación Rápida* son útiles para evaluar los impactos en sitios donde los cambios en los ecosistemas son acelerados; entre otros.

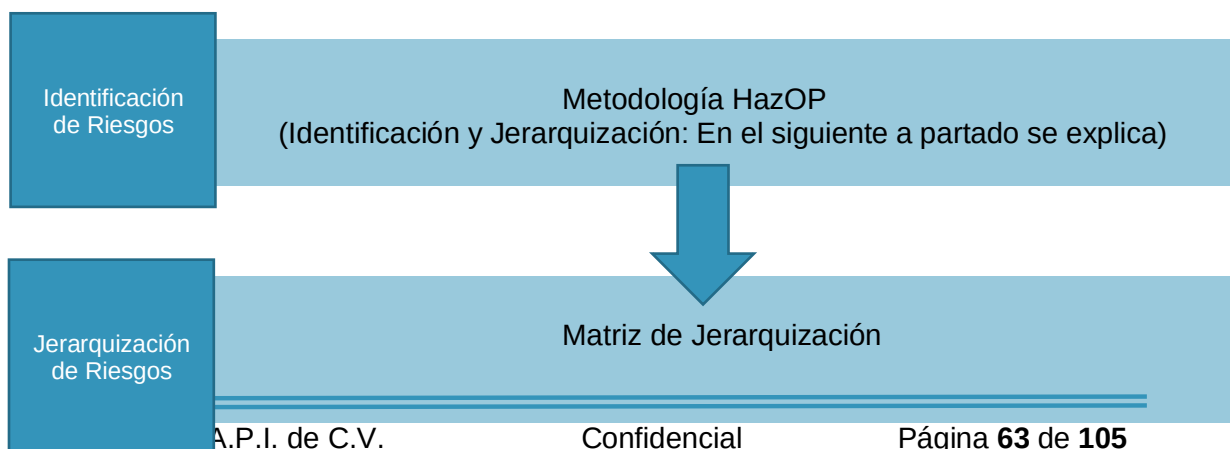
“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Al término del análisis preliminar de riesgos se puede observar que los principales riesgos son los siguientes por cada metodología ocupada:

- **Lista de Verificación:** A pesar de que es una lista basada en la norma, donde se evalúa que aplica y que no, y con que se cumple, nos da un vistazo en aspectos donde se debe tener extrema precaución y que no se deben de omitir:
 - * En el diseño de la estación
 - * Capacitación de personal
 - * Procedimientos y supervisión
 - * Materiales adecuados y probados
- **Antecedentes de Accidentes e Incidentes:** Se tuvo análisis que rodeaba al gas natural más no a las estaciones de descompresión debido a la prácticamente nula información de esta tecnología, y se tuvieron puntos que aplican a la estación, donde resaltan los principales riesgos:
 - * Factor humano: Capacitación, errores, negligencias, descuidos, y maniobras.
 - * Equipos: Inadecuados, mala calidad, mala instalación de los componentes, rotura de tuberías, mala selección en el diseño, supervisión y mantenimiento.
 - * Diseño: Diseño equivoco, condiciones que rebasan las de diseño, falta de instrumentación o accesorios necesarios, falta de sistemas de seguridad, instalaciones que no son a prueba de explosión.
- **Índice Mond:** De esta metodología solo se obtuvo un riesgo cuantitativo general de la instalación, considerandolá como una sola instalación, el cual es categorizado como Bajo, debido a todas las bonificaciones que se dieron gracias a la salvaguardas del sistema.

Las primeras dos metodologías arrojan parámetros identificados como focos de atención donde se pueden generar riesgos, se deben evaluar con más detalle y con métodos más robustos, con el fin de tener una identificación más puntual, jerarquizarlos y evaluarlos, con el fin de proponer las medidas adecuadas para tener el mínimo riesgo de la estación de descompresión.

Tomando como base el análisis de riesgo preliminar se sugiere la utilización de las siguientes metodologías que se mencionan en el diagrama siguiente:



"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

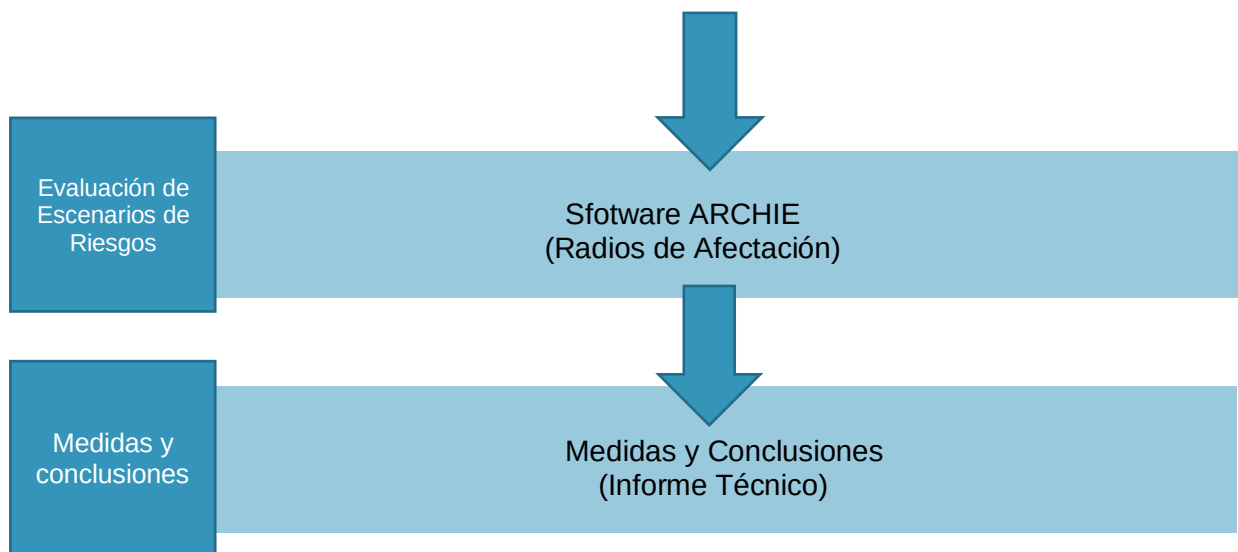


Figura 32. Metodologías empleadas

Para la evaluación de riesgo se consideraron las siguientes actividades dentro del proceso:

- Conexión con tráiler
- Estación de descompresión (Regulación)
- Conexión con infraestructura de usuario (salida estación)

Las variables de proceso que se aplicaron fueron:

- Flujo
- Mantenimiento
- Sistemas de Seguridad
- Administración
- Presión
- Temperatura
- Nivel.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos

Para este punto se seguirá el siguiente proceso:

- Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de descompresión
- Se identificarán los riesgos de cada nodo con la metodología HazOp, dentro de la hoja de trabajo, viene una sección para evaluar cada riesgo de forma cualitativa y cuantitativa (abarcando dos metodologías en una sola hoja), lo cual nos da un preliminar sobre la jerarquización del riesgo
- Se jerarquizarán las causas que generán de forma constante un riesgo y cual sería la consecuencia de esta causa por nodo, la conclusión de esta metodología nos dará la cantidad de riesgos por nodos que son tolerables y en caso de existir “no tolerables” se dará seguimiento acorde a la guía de la ASEA.
- Una vez que se tienen los riesgos y las causas más probables, se construyen los eventos, los cuales se evaluarán y modelarán en el software especializado.

Definición de Nodos de la Estación de Descompresión:

NOTA: Es importante resaltar que la estación de descompresión, a pesar de ser conformada por módulos, podría ser como tal un solo nodo, sin embargo, ya que el presente estudio pertenece a un solo equipo se buscará realizar la clasificación de nodos de acuerdo a los cambios de flujos, condiciones de operación, entrada o salida de la descompresora, más no por instrumentos o equipos ya que muchos de ellos sólo realizan acciones como medir, filtrar o dar paso al combustible, sin alterarlo de alguna forma ni aunarlo o reducirle algún riesgo.

Como se ha mencionado, la EDGN podría ser un solo nodo parte de un proceso, sin embargo, debido a que el estudio esta orientado a este equipo en específico, los nodos se dividirán en donde se den cambios de presión y se marcarán principalmente por los reguladores como se muestra a continuación:

- **Nodo 1:** Desde la conexión del tráiler hasta la entrada al primer regulador.
- **Nodo 2:** De la salida del primer regulador a la entrada al tercer regulador (se incluye el segundo regulador en este punto más no se considera un nodo más ya que no hay cambio de presión en este).
- **Nodo 3:** De la salida del tercer regulador a la salida al usuario (pasando por el área de medición)

Cada nodo abarca las válvulas, tubería, mangueras y equipos que se encuentran en ese tramo. No se hacen nodos por equipos como filtro, medidor, válvulas, etc, ya que en estos descritos, el gas solo fluye y su función es cortar el suministro del mismo, medirlo o filtrar las impurezas, más no hay un cambio en las condiciones de operación de dicho combustible, por otro lado los reguladores es donde se hace un cambio en la presión y que es la variable principal en este tipo de sistemas.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

En el Anexo 1.2 se muestra un diagrama de flujo DFP-EDAGRICO y en el DTI que se muestra a continuación se puede ver la división de Nodos:

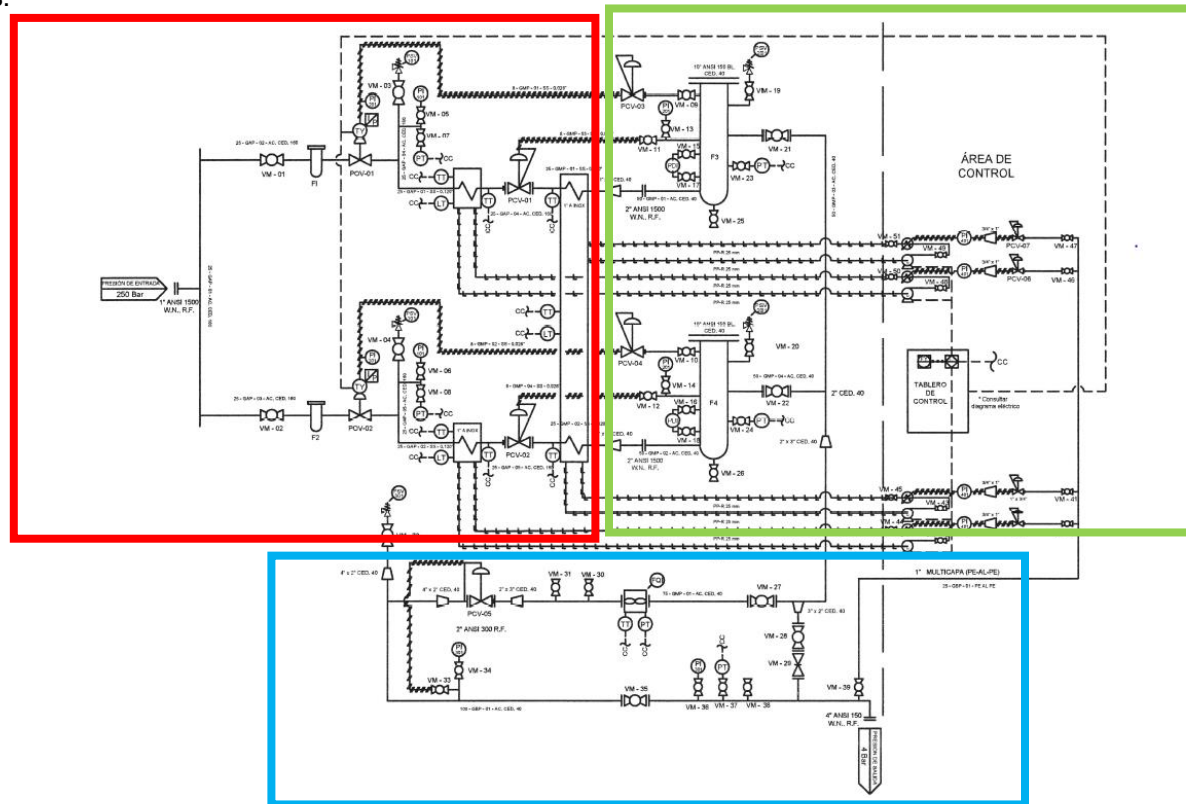


Figura 33. Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la descompresora

El nodo 1 cabe mencionar que viene desde la conexión con el tráiler y se identifica con el recuadro rojo.

El nodo 2 es el marcado con el recuadro verde.

El nodo 3 es el recuadro azul y también es importante mencionar que incluye la salida al usuario.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

V.1. Análisis cualitativo de riesgo

V.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

V.1.2. Jerarquización de escenarios de riesgo

Matriz de jerarquización

Para realizar una jerarquización más visual de los riesgos involucrados en la Estación de Descompresión de Gas Natural, se llevó a cabo la metodología de evaluación por una Matriz de Jerarquización. Mediante los puntos de riesgo establecidos con la metodología anterior, se condensó la información de cómo podrían suceder los riesgos en una matriz de jerarquización, la cual permite identificar los posibles escenarios a modelar.

Para la ejecución de esta metodología se clasifica el riesgo, la severidad y la ocurrencia de cada posible fallo, posteriormente éstos valores son interpolados y se determina el riesgo total de cada evento por nodo, éstos pueden clasificarse como riesgos altos, medio o bajo (no tolerables, ALARP, tolerables (con revisión/sin revisión de forma correspondiente). Para aplicar esta metodología se consideraron los siguientes fallos por nodo (resultantes del análisis HAZOP ya mencionados):

- Fuga de gas natural
- Fracturas de material
- Ausencia de flujo
- No mantenimiento
- No supervisión ni procedimientos
- Condiciones de operación excedidas
- No existe capacitación
- No existen sistemas ni atención a emergencias

Resultado de esta metodología se obtuvieron las siguientes tres matrices de jerarquización, una para cada nodo de interés. Los cuadros marcados en rojo corresponden a riesgos “Altos”, los naranjas a “Medio” y amarillos/verdes (Con revisión/sin revisión) a “Bajo”. El procedimiento de estas matrices se puede consultar en el Anexo 4.6, donde se muestra desde su introducción y desarrollo, los resultados se muestran a continuación:

*Es importante mencionar que se consideraron las salvaguardas y criterios de mantenimiento, que se mencionaron con anterioridad con los que cuenta la estación de descompresión, con el fin de que la frecuencia sea lo más aproximado a la realidad, sin embargo, para la severidad no se consideran esperando el escenario más crítico y obtener los máximos daños posibles.

*Los receptores de riesgo de estos nodos se podrán verificar en el informe técnico que se muestra en el Punto VIII.3 contenido en el Resumen Ejecutivo de este estudio, y que son derivados a partir de los radios de afectación por nodo.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Tabla 23. Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Entrada a estación de descompresión previo a regulación).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional			No Supervisión ni procedimientos	
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de Material No existen sistemas ni atención a emergencias No Mantenimiento	No existe capacitación	Ausencia de Gas Natural
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

Tabla 24. Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Tubería de la estación de descompresión posterior a primera etapa de regulación, incluye paso de segunda regulación).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional			No supervisión ni procedimientos	
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de Material No existen sistemas ni atención a emergencias No Mantenimiento	No existe capacitación	Ausencia de Gas Natural
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 25. Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Salida de la estación de descompresión posterior a tercera etapa de regulación y previo a conexión con infraestructura de usuario).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				No supervisión ni procedimientos
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de material	No existen sistemas de atención a emergencias No mantenimiento	Ausencia de Gas Natural No existe capacitación
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados anteriores.

Tabla 26. Jerarquización de riesgos totales por nodo

Nodo	Nivel de Riesgo			
	No Tolerable	ALARP	Tolerable	Tolerable
1	0	0	7	1
2	0	0	7	1
3	0	0	5	3

Como se puede observar los riesgos caen en regiones de frecuencia y severidad similares en los 3 nodos, ya que como se mencionó anteriormente, la estación de descompresión se podría considerar como un solo nodo, y otros factores que influyen en esto, son las salvaguardas, filosofía de seguridad y operacional, así como los programas de mantenimiento que se tienen, estos hacen que la frecuencia disminuya de forma drástica, a pesar de tener una severidad crítica.

En conclusión, el nodo 1 es el que presenta mayores riesgos, esto debido a la severidad aunada a las condiciones donde se maneja la más alta presión. El nodo 2 presenta un comportamiento similar al nodo 1, sin embargo, su severidad y frecuencia es menor debido a que es una línea con menor presión y es un tramo pequeño en cuestión de accesorios, equipos y tubería. En el nodo 3 localizamos el menor riesgo incluso mayor número de riesgos tolerables con revisión ya que la presión es muy manejable para el operador.

Un punto a resaltar es que los riesgos asociados a Fuga de Gas Natural, Fracturas de material, y condiciones de operación excedidas, generan la severidad más crítica en los tres nodos, y esto debido a que son riesgos que podrían provocar nubes de gas y dardos de fuego sin importar la presión en la que se encuentre, lo cual podría provocar daños al sistema y alguna herida a personal, sin embargo, lo siguiente apoya a disminuir la frecuencia como ya se comentó:

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Sobre las condiciones de operación excedidas a pesar de tener una severidad crítica, se tiene el control desde el diseño de la estación (validado internamente), por lo que no se contempla presentar una modelación con esta causa debido a su improbabilidad de que suceda un riesgo por esta situación.

La fractura o daño al sistema, disminuye su frecuencia gracias a los programas que la empresa a desarrollado, así como la supervisión que se tendrá. Sumado a esto, las salvaguardas apoyadas en los accesorios, principalmente válvulas de corte apoyan a disminuir de igual forma la frecuencia y en consecuencia el riesgo.

Por otra parte, todas las fallas anteriores que se ingresaron a la matriz, si ocurrieran como consecuencia se tendría una fractura de material o una mala instalación de los equipos, estas consecuencias a su vez darían pie a una fuga de gas natural.

Por lo que, la fractura o mala instalación se pueden dar en la tubería o algún accesorio de la descompresora, y debido a **esto los escenarios que se construirán son modelar fugas de combustible por orificios generados en accesorios o en algún tramo de tubería.**

NOTA: El tamaño de los orificios que se proponen en los escenarios, van en función del tamaño de las conexiones que se tienen (2" y 4" en acero al carbón principalmente), por lo que se tendrán tamaños en 1/4" y 1/2" respectivamente, y en ambos casos rupturas totales.

Con todo lo anterior, es decir, considerando los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, como se mencionó se puede concluir que; *posterior al punto de conexión con el tráiler (previo a regulación en estación de descompresión), el proceso tiene una mayor magnitud de riesgo debido a la infraestructura que lo conforma, así como a sus condiciones de operación. Así mismo, se determinó que la salida de la descompresora es donde se localiza el menor nivel de riesgo, ya que las condiciones operativas son menos drásticas, aunque los riesgos son más frecuentes de presentarse.*

Así, los escenarios de riesgo a simular se han propuesto realizar en los puntos clave a lo largo del sistema (cambios de presión), realizando énfasis en el área de mayor riesgo conforme con los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, y proponiendo fugas de gas natural por fracturas de material o mala instalación en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

- **NODO 1A:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1/4" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 1B:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE TUBERÍA, ESTO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- **NODO 2A:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼” DE DIÁMETRO EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 2B:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 3:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ½” DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO POSTERIOR A LA TERCERA ETAPA DE REGULACIÓN, A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (36.25 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

Las memorias de cálculo de estos nodos se podrán verificar en los Anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5

V.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo

V.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias

Debido a que no se presentaron riesgos en las regiones de “no tolerables” o “ALARP”, no se lleva a cabo un análisis detallado de frecuencias.

V.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias

A pesar de no contar con escenarios de riesgo que se hayan identificado con un nivel “no tolerable” o “ALARP”, es importante conocer en caso de fuga los radios de afectación y consecuencias de esta en cada uno de los escenarios propuestos anteriormente.

Las memorias de las simulaciones se podrán verificar en los anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5 de este estudio de riesgo, donde se mencionan todos los datos, aspectos técnicos y factores considerados para cada escenario de riesgo. Como se mencionó anteriormente se ocupará gas natural como única sustancia en el proceso (en el Anexo 3.1 se puede consultar su Hoja de Seguridad y Datos).

Acorde a dichas memorias podemos obtener lo siguiente:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 27. Tasa de Descarga

Nodo	Escenario	Diámetro	Flujo (lb/min)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	Duración de fuga (min)	Tasa de Descarga
1A	Fuga previo a regulación	0.25"	133.79	3,555.83	25	10	133.79
1B	Fuga previo a regulación	2"	5,975.6	3,555.83	25	4	5,975.6
2A	Posterior a primera etapa de regulación	0.25"	7.51	170.7	25	10	7.51
2B	Posterior a primera etapa de regulación	4"	1,107.6	170.7	25	4	1,107.6
3	Salida de regulación	0.5"	5.87	36.25	25	10	5.87

Radio de Afectación

La emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a las actividades industriales, son actualmente un aspecto de gran atención ambiental, salud y seguridad. Por lo que la siguiente etapa del análisis de riesgo ambiental es determinar cuáles serían las consecuencias de los posibles eventos no deseados, para ello se utilizó un programa electrónico de simulación a manera de poder cuantificar sus efectos.

El aspecto de manejo, transporte, compresión o descompresión de sustancias peligrosas es de importancia debido a los efectos que se pueden presentar en caso de accidente; de particular interés es el referente a la liberación en la atmósfera de un gas o vapor tóxicos provenientes de una fuga. Al respecto, el factor crítico a considerar es la posible exposición de la población a concentraciones que puedan afectar severamente su salud o incluso provocar su muerte.

Una situación parecida a la anterior es la relativa a la liberación masiva e instantánea de un gas tóxico el cual forma una nube o "puff" que es transportada por el viento. Aquí es importante poder prevenir la exposición de la población a niveles peligrosos o letales. En este proyecto, el manejo de gas natural implica riesgos de fuga y deflagración entre otros. En este caso, es importante estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de un evento explosivo, considerando el personal expuesto y las características de las instalaciones y procesos existentes.

La falla se puede detectar por medio de la diferencia entre presiones y cantidades el suministro y el consumo de gas natural, o por un tercero que notifique la fuga. Es importante señalar que las simulaciones que se presentan fueron realizadas observando las condiciones climatológicas y meteorológicas extremas del sistema ambiental Anexo 4.10, así como las propiedades específicas de la sustancia estudiada. La importancia de esta

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

observación radica en el hecho de que, en caso de presentarse alguno de los eventos definidos, no significa que se presentará el comportamiento que se determinó con la simulación, ya que las condiciones pueden ser completamente diferentes y pueden generar situaciones de menor riesgo.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgo ambiental, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

En lo relativo a la afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características explosivas, el caso del proyecto en comento para la determinación de la **zona de alto riesgo**, se establece como parámetro de afectación las ondas de sobrepresión de 0.070 Kg/cm² (1 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde el punto donde se puede formar la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene una onda con valor equivalente a dicha sobrepresión.

Para el establecimiento de la **zona de amortiguamiento**, se establece como parámetro de afectación 0.035 Kg/cm² (0.5 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde donde se encuentra el punto de formación de la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene la citada onda de sobrepresión.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.

a) Simulación de Eventos de Riesgo

Es relevante señalar el hecho de que los eventos modelados a continuación, se refieren a los posibles escenarios que mayores consecuencias pueden tener en la operación de la estación de descompresión.

La simulación o modelación de estos eventos se ha realizado con los modelos matemáticos del paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), el cual está integrado por tres modelos:

- Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

b) Consideraciones primarias

Es muy importante mencionar los siguientes aspectos considerados en la determinación del evento de riesgo:

- El modelo que se utilizará para simular este escenario es el de una nube de explosiva de vapor sin confinar, mencionado anteriormente. El efecto de explosividad que se puede producir por la ignición de una nube de vapor inflamable sin confinar es una de las **menos frecuentes**, pero con consecuencias más severas.
- Es importante mencionar que, en la mayoría de los programas de simulación, es común expresar la energía liberada de la sustancia explosiva relacionada a una carga equivalente de TNT, así como también se emplean los datos disponibles de sobrepresión producidas en explosiones por TNT.

En los anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5 se pueden verificar los correspondientes a las modelaciones realizadas para este proyecto en las memorias de cada Nodo, y en el punto posterior, se mostrarán los radios de afectación de igual forma de cada Nodo.

Para evaluar la magnitud de las consecuencias o daños que ocasionarían accidentes o eventos relacionados con la liberación o emisión de **gas natural**, se realizó utilizando el programa de simulación conocido como:

Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation (ARCHIE, ver.1.00).

Federal Emergency Management Agency, U.S.A.

U.S. Department of Transportation

U.S. Environmental Protection Agency

Microsoft Corp. 1982-1986

Este programa fue desarrollado por el Gobierno Federal de los Estados Unidos a través de la Administración de Programas Especiales e Investigación de la Oficina de Transporte de Materiales Peligrosos de su Departamento de Transportación. Considerando los criterios del Instituto Americano de Ingenieros Químicos de U.S.A., AICHE y del Banco Mundial.

Este simulador de riesgo es aceptado por la Ocupacional Safety and Health Administration (OSHA) y la United States Environmental Protection Agency (USEPA).

Mediante este paquete se asignan parámetros que caracterizan al evento y se efectúa la modelación de consecuencias considerando dispersión atmosférica, inflamabilidad y toxicidad en su descarga hacia la atmósfera.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidos en el Software correspondiente.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Accidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Para las condiciones ambientales, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, se consideró con dos **estabilidades atmosféricas tipo B y tipo F**, siendo F la más crítica, es decir, estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión durante por lo menos 10 minutos.

V.2.3 Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)

En el Anexo 4.11 se muestran los radios de afectación derivados de los escenarios propuestos en las memorias correspondientes, en dichas imágenes se muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

- Las interacciones se podrán consultar en el siguiente punto “Análisis de Vulnerabilidad”
- Debido a las distancias y tamaño de la instalación es suficiente la impresión de hoja tamaño carta.
- El nombre del responsable de elaboración se menciona en los radios.

V.3. Análisis de Riesgo

V.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

Debido a que no se presentaron riesgos en las regiones de “no tolerables” o “ALARP”, no se lleva a cabo un reposicionamiento de escenarios de riesgo, y se procede a un análisis de vulnerabilidad.

V.3.2. Análisis de Vulnerabilidad

Los accidentes en tuberías de conducción de hidrocarburos se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4.5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13.5%.

Si bien el riesgo existirá siempre, su cuantificación es una parte esencial para su mejor administración y prevención, por lo que se debe contar con herramientas adecuadas para evaluarlo de la mejor manera posible.

Los análisis de consecuencias y riesgos consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) (solo para la frecuencia fueron considerados) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

De acuerdo con la información levanta en sitio, la estación de descompresión no tendrá interacción con otras áreas, equipos o instalaciones, solo tendrá interacción con los aspectos ya identificados en la descripción del proyecto:

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

Tabla 28. Interacciones

NODO	DESCRIPCIÓN	INTERACCIÓN	MEDIDA PREVENTIVA
1	Estación de Descompresión	*Infraestructura del usuario *Pequeña área urbana al sur de los terrenos de los invernaderos de la empresa	*Respetar programas de mantenimiento y supervisión de equipos, accesorios y líneas *Contar con plan de atención a emergencias *Atender los requerimientos de seguridad de la zona industrial.

* Estas interacciones no se dan en algún lugar techado o confinado, por lo que el gas natural en caso de fuga no encontraría ambiente explosivo, y en consecuencia no presenta efecto domino.

* Es importante mencionar que el gas natural debido a sus características tiende a elevarse y dispersarse, por lo que posterior a salir de la descompresora, no formaría alguna nube explosiva a nivel de equipos o sitio.

A continuación, acorde a los radios de afectación obtenidos se muestran las interacciones que se tiene con el medio ambiente, social e infraestructura:

Tabla 29. Resultados por nodo.

		Nodos				
		1A	1B	2A	2B	3
Dardos de fuego	Distancias	Amortiguamiento: 41.45 m Riesgo: 20.72 m	Amortiguamiento: 330.09 m Riesgo: 165.20 m	Amortiguamiento: 10.05 m Riesgo: 5.18 m	Amortiguamiento: 160.32 m Riesgo: 80.16 m	Amortiguamiento: 10.36 m Riesgo: 5.18 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración de la calidad escénica) Infraestructura (patios de la empresa y edificaciones y, descompresora) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión) Infraestructura (patios de la empresa y edificaciones y, descompresora)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)
Nube de Gas inflamable	Distancias	Distancia de Riesgo: 68.58 m Ancho máximo de Riesgo: 61.56 m	Distancia de Riesgo: 348.99 m Ancho máximo de Riesgo: 279.19 m	Distancia de Riesgo: 14.63 m Ancho máximo de Riesgo: 13.10 m	Distancia de Riesgo: 214.27 m Ancho máximo de Riesgo: 192.93 m	Distancia de Riesgo: 12.80 m Ancho máximo de Riesgo: 11.58 m

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

	Efectos (Debido a que los radios del sistema ambiental son menores, se incluyen sus interacciones aquí)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en patios de maniobra)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la estación, de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en algunas edificaciones)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en una edificación de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)
Nube de vapor	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 45.41 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 276.75 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 10.36 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 134.11 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 9.75 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y patios de maniobra)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificaciones usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificación de usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)

Medidas Preventivas

Las medidas preventivas que se describen a continuación fueron propuestas con base a los riesgos que podrían tener una mayor probabilidad obtenidos del HazOp y la matriz de jerarquización, de igual forma se consideraron los posibles radios de afectación que fueron calculados con el programa ARCHIE. Estas medidas también se mencionarán más adelante.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 30. Medidas de prevención y mitigación

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
Fuga de Gas Natural	Fracturas en tubería.	FG.1	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.	En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar: *Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor NOTA: En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)	<u>Dardos de Fuego</u>	
		FG.2	Contar con válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
					Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.
		FG.4	Al momento de presentarse una fuga, cerrar válvulas que se encuentren corriente arriba y debajo de la fuga, con el fin de aislar el tramo o instrumento dañado.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
	FG.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.	<u>Nubes Inflamables</u>			
	Fracturas en accesorios o instrumentación.	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.	<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>	
		FG.7	Se siguen recomendaciones FG.2, FG.3 y FG.5	Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.	
	Operación inadecuada de la estación.	FG.8	Contar con un programa de pruebas de hermeticidad y recertificación de materiales acorde con recomendaciones de fabricante y normatividad.		Se atenderán con primeros auxilios a las personas	
		FG.9	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.			

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
		FG.10	Realizar bitácoras para reportar el mantenimiento, fallas y reparaciones a la estación.			involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.
Fracturas de material	Operación inadecuada de la estación	FM.1	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.	NOTA: En caso de presentarse fracturas de material, se generaría una fuga de gas natural, por lo que las medidas de mitigación serían las mencionadas en el punto anterior. En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar: *Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor NOTA: En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)	<u>Dardos de Fuego</u>	
	Falta de mantenimiento	FM.2	Contar con programas de operación y mantenimiento de la estación		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
		FM.13	En caso de presentarse alguna fractura, aislar el tramo dañado, y reemplazar bajo procedimiento autorizado. Se debe contar con un stock de tubería e instrumentos.		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		FM.14	Calibrar y certificar los materiales acordes con proveedor y normas.		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.
	Falta de supervisión	FM.15	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería..		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
		FM.16	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos		<u>Nubes Inflamables</u>	
	Falta de procedimientos	FM.17	Contar con un programa de supervisión y procedimientos definidos que puedan consultar los operadores para evitar el riesgo		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
		FM.18	Verificar que se cuente con dictámenes de diseño y certificado de materiales y accesorios (e instrumentos).		Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.
		FM.19	Reportar en una bitácora el estado de los materiales.			Se atenderán con primeros auxilios a las personas

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
		FM.20	Actualizar los procedimientos cada que haya cambio de condiciones de operación, de equipo, de filosofía operacional o en base a normatividad.			involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.

V.4. Determinación de Medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP

En la identificación y jerarquización de riesgos, haciendo el uso de metodologías y considerando, para la frecuencia, las salvaguardas, procedimientos y programas que se tenían, los riesgos presentados para cada nodo están en la región de tolerables con revisión y tolerables sin revisión, por lo que este punto no se desarrolla.

VI. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de riesgo

Descripción de los equipos, medidas y dispositivos de seguridad

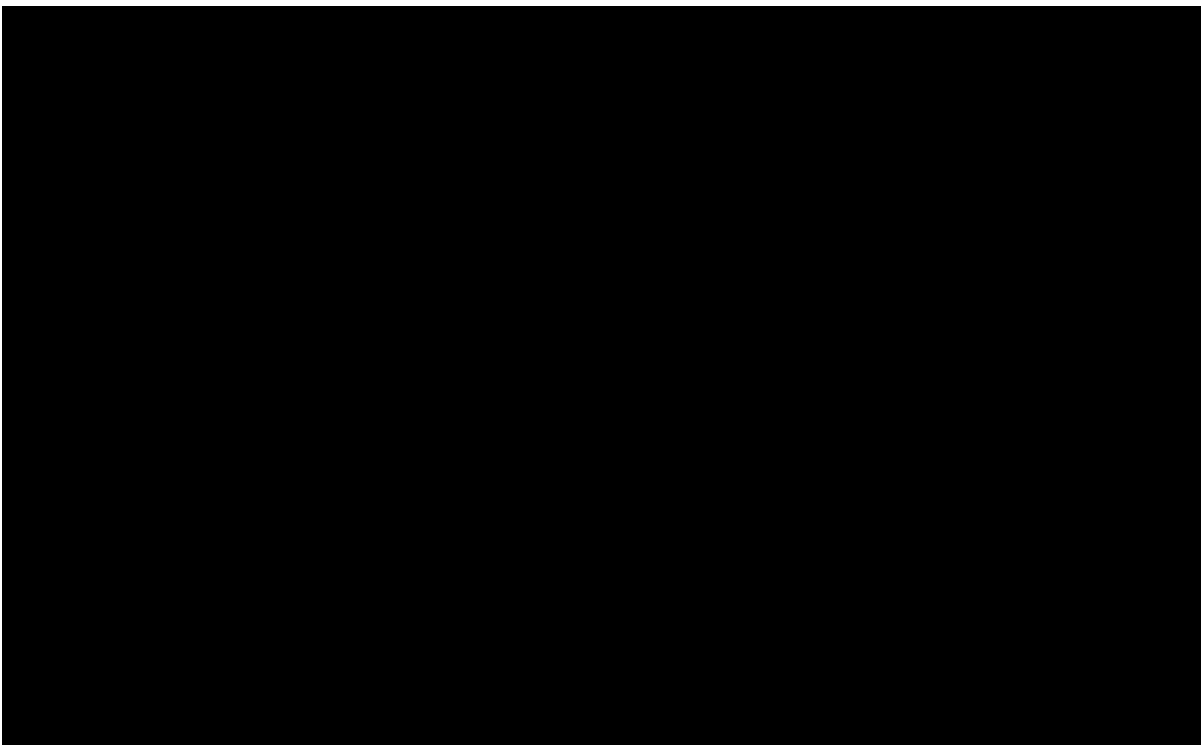
La reducción de riesgos comienza con el diseño de la estación de descompresión. Como mínimo, deberán observarse estrictamente todos los códigos, las reglamentaciones y las leyes mexicanas. Durante el proceso del diseño se toman en cuenta varios factores, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Especificaciones para la tubería, tales como la de Resistencia a la Cedencia (SMYS), capacidad de conducción y la de Máxima Presión de Operación (MAOP), inclinación, espesor de las paredes, resistencia a la fractura, recubrimiento, soldabilidad, fatiga y vida útil
- Sobrepresión y control de la velocidad del gas
- Especificaciones de los reguladores
- Espaciamiento entre válvulas
- Procedimientos e inspecciones de calidad
- Especificaciones de sistemas de seguridad
- Medios de calentamiento

Como dispositivos de seguridad que se deben contar, se encuentra al menos con extintores PQS y de CO₂, así como detectores de gas natural fijos, cono de viento, señalización (a la entrada y a un costado de la estación) y apartarrayos (sistema de tierras), la ubicación es propuesta como se ve en la siguiente imagen:

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

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



Es importante mencionar lo establecido por la normatividad nacional y lo que aplique relacionado a la **NOM-010-ASEA-2016**, por lo que la estación deberá apegarse a lo siguiente:

Componentes

- Las mangueras deben contar con un dispositivo de ruptura que se separa cuando la manguera es jalada accidentalmente con una fuerza que excede el valor especificado a efecto de suspender el flujo de gas natural y proteger contra daños a la estación.
- Para el seccionamiento o corte de flujo de gas natural en un sistema, se deben utilizar válvulas para gas natural de cierre rápido, que soporten la presión de diseño.
- Se deben usar válvulas para gas natural del tipo cierre rápido de un cuarto de vuelta donde se tenga una línea de desvío o puenteo que soporten la presión de diseño, de igual forma deben localizarse en lugares de fácil e inmediato acceso que permitan su operación en casos de emergencia.
- Cuando se instalen manómetros, éstos deben ir precedidos de una válvula de bloqueo.
- Las bridas y accesorios bridados que se instalen deben satisfacer los requisitos mínimos de temperatura y presión de diseño de la estación de descompresión.
- Contar con los componentes, dispositivos y accesorios necesarios para controlar la fuga de gas que pueda presentarse en caso de que la manguera se reviente por la presión o se rompa.
- Contar con un sistema de calentamiento con el fin de evitar el congelamiento de líneas y daño a instrumentos.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

- Mantener venteos y paros de emergencias ante cualquier emergencia de acuerdo a condiciones de operación o ruptura.

Protección Contra Corrosión

- Los tubos de acero negros, conexiones, accesorios y componentes de la instalación; se deben proteger contra la corrosión con recubrimientos adecuados al medio. Dicho recubrimiento debe cumplir mínimo con los siguientes requisitos:
 - a) Adherencia con las superficies metálicas y entre las capas intermedias;
 - b) Resistencia al agrietamiento;
 - c) Resistencia mecánica para soportar daños propios de su aplicación, y
 - d) Resistividad eléctrica alta.

Recomendaciones Técnico-Operativas

El manejo adecuado y seguro del gas natural es posible, siempre y cuando se conozcan sus peligros y las diferentes formas en que estos pueden presentarse; esto no quiere decir que no existe riesgo alguno; sí existen, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación de la unidad de descompresión, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento inesperado.

Las recomendaciones técnico-operativas que se detallan a continuación buscar minimizar o prevenir algún riesgo asociado con el manejo de la estación de descompresión de gas natural durante todas las etapas del proyecto.

La principal recomendación es mantener estandarizados todos los procedimientos que nos ayuden a mantener una calidad en todos los proyectos, iniciando en el diseño del proyecto, considerando todas las medidas de seguridad recomendadas por normas nacionales e internacionales y las establecidas por el promovente como parte de sus propios procedimientos, bases de diseño, y buenas prácticas.

Estas recomendaciones aplicarán para todos los nodos por lo ya comentado sobre que la estación de descompresión podría ser considerado como un solo nodo, y la única diferencia de nodo a nodo es el cambio de presión.

Tabla 31. Recomendaciones Técnico-Operativas

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
Etapas de Construcción				
1	Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
2	Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de la tubería, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
3	Aplicar pinturas o alguna protección mecánica para tuberías y equipos que lo requieran.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
4	Supervisar el proceso de lasas e instalación de estación de descompresión se haga de la manera adecuada, contemplando los espacios necesarios para maniobras.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
5	El personal debe ser dotado de equipo de protección personal tales como cascos, zapatos de seguridad, lentes de seguridad, arneses y guantes.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
6	Mantener un botiquín en obra para accidentes menores y se asegurará la vacunación antitetánica del personal.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
7	Supervisar por medio de una unidad verificadora y documentar las pruebas que se realicen a la estación de descompresión en campo en todas sus fases.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
8	Se recomienda que la estación de descompresión y los equipos a ocupar para su instalación, sean utilizando materiales incombustibles, con el fin de evitar el riesgo de incendio.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
9	Se integrará una cuadrilla de limpieza en el entorno del área del proyecto para mantenerlo limpio.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
10	Supervisar la correcta implementación del sistema de detección de fugas (equipos, procedimientos, etc), de tal manera que se minimice el tiempo de respuesta para evitar daño.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
Etapas de Operación y Mantenimiento				
11	Contar con un Plan de Atención a Emergencias que se implemente durante la ejecución de los trabajos.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
12	No exceder las condiciones de diseño, principalmente la presión en cada etapa de la estación de descompresión (3,555.83 psig a la entrada, 170.7 psig después de primera etapa de regulación y 36.25 psig después de la segunda etapa de regulación) establecida para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
13	Elaborar un Manual de Operación y mantenimiento el cual debe estar en un lugar de acceso inmediato, donde se describa el funcionamiento de la estación de descompresión, así como sus componentes (números de serie, marca y modelo, hoja técnica) y se deberá actualizar en caso de algún cambio de equipo, de condiciones o de filosofía operacional. El manual debe contener la puesta en marcha, operación y paro. Los riesgos identificados se deberán de mencionar en algún apartado. De igual forma se debe garantizar su cumplimiento.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
14	Realizar una bitácora de accidentes y/o fugas, en caso de que se presenten en la estación, para aplicar posteriormente un programa específico que ataque o evite eventos y consecuencias no deseadas.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
15	Mantener un monitoreo continuo, inspección y limpieza de la unidad de descompresión y sus componentes. Realizar una supervisión a mayor detalle de los equipos críticos (reguladores y medidores), verificando su correcta operación y condiciones.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.		Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
16	Verificar la temperatura de los intercambiadores de calor y del medio de calentamiento con el fin de evitar congelamiento en las líneas.	2. Evaluación de Riesgos	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
		2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.		
17	Realizar capacitaciones continuas al personal para la operación de la estación de acuerdo a procedimientos establecidos, asimismo que el operador pueda actuar ante una emergencia en la estación, con el fin de minimizar al mínimo los riesgos o impactos que se puedan presentar.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
18	Mantener en buen estado los señalamientos, fáciles de leer y visualizar, en caso de que resulte dañado alguno se deberá reemplazarse a la brevedad posible.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
19	Presentar un plan de contingencias ambientales que pueda implementarse durante la ejecución de los trabajos.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
20	No se permite fumar, tener flamas abiertas o cualquier otra fuente de ignición. Se deben usar linternas que sean a prueba de explosión;	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
21	En caso de requerirse corte, éste se debe hacer con equipo mecánico, se debe asegurar que no exista una mezcla explosiva en el área de trabajo utilizando el equipo de detección adecuado;	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
22	Las válvulas de seccionamiento o de alivio de presión deben estar verificadas asegurando un funcionamiento óptimo, observando que sus puntos de ajuste de apertura o cierre sean los establecidos por diseño, que no se tenga un impedimento en su accionar, que no sufran de debilitamiento, y que se encuentre su reporte de fallas o mantenimientos realizados en una bitácora.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
23	Se debe verificar que las conexiones con las unidades de suministro no se encuentran en condiciones de fuga (daño por corte, raspaduras, o anormales en su flexibilidad).	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
24	Antes de proceder a soldar o cortar la tubería se debe cerrar todas las válvulas de suministro, purgar la línea y ventilar el área de trabajo	2. Evaluación de Riesgos	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
		2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.		
25	En caso de que alguno de los equipos, o conexiones requiera ser reemplazada se deberá verificar especificación del elemento que reemplazará, la cual deberá cumplir con marca, modelo o similar establecido.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
26	Se deberá tener un manual de seguridad, donde se tengan las medidas que los fabricantes dan por cada equipo o infraestructura, las medidas de prevención determinadas a partir de los riesgos identificados; deberá estar ligado al plan de atención a emergencias y ser congruente con el PPA, y los tiempos adecuados para la capacitación y recalificación de la misma impartida a trabajadores, así como los calendarios para pláticas a población, trabajadores y simulacros realizados.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
Seguridad				
27	Actualización de los planos de la estación y sus componentes	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
28	Evidencias de la capacitación de los trabajadores para la operación y mantenimiento de la Estación de Descompresión de gas natural, así como para la atención a emergencias.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
29	Programa de mantenimiento preventivo al sistema, con base a recomendaciones de fabricante, filosofía operacional y normatividad.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
30	Procedimientos para la detección oportuna de fugas apoyándose en los detectores y módulo de control.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
Comunicación y Social				
31	Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
32	Generar las alianzas necesarias con las autoridades locales de atención a emergencias, con las empresas vecinas y localidades cercanas.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
33	Cumplir cabalmente con un Programa de Prevención de Accidentes (PPA) , en el que se considere Educación Pública, Capacitación Interna y Externa, Simulacros, comunicación con autoridades, etc. Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento, inspección y auditorías de seguridad y ambiental tanto internas y externas , lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
34	Los riesgos de fugas por algún agente externo, se podrían reducir y hasta eliminar si se concientiza a la gente que transite cerca de las instalaciones, sobre los peligros que implica la realización de trabajos en forma irresponsable. Para ello es necesario informar a estas personas mediante pláticas, señalamientos y boletines, sobre qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud de acuerdo al Plan de Emergencia.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	
35	Informar a la comunidad, a las autoridades municipales, estatales y federales sobre los horarios de operación y los riesgos del sistema, así como la coordinación de acciones de emergencia ante un siniestro.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
36	Implantar rigurosamente los planes y programas de capacitación, seguridad, inspección, controles de operación, vigilancia, etc., de tal forma que se garantice un involucramiento total de los recursos humanos, al esquema de seguridad.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
37	Contar con un número de atención a emergencias, en un tarjetón protegido por la humedad, el cual deberá colocarse en lugares estratégicos y que se difunda perfectamente bien entre las autoridades locales y estatales.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
38	Realizar un Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo con las guías de la ASEA y SEMARNAT.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

El Regulado debe obtener de forma anual, un Dictamen de Operación y Mantenimiento por una Unidad de Verificación, en el que conste el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana para esta etapa.

El Dictamen al que se refiere el párrafo anterior, debe ser entregado a la Agencia, en los primeros tres meses de cada año, una vez cumplido el primer año de operaciones

VII. Conclusiones y Recomendaciones

- En la ejecución del proyecto se utilizarán equipos modernos y se contará con las medidas necesarias para aminorar los riesgos que implica su operación.
- Se observa que el diseño actual considera la aplicación de la normatividad y prácticas recomendadas apropiadas como corresponde a este tipo de instalaciones industriales y sus riesgos asociados.
- Para el caso del diseño de detalle y la construcción se ha previsto el cumplimiento de la normatividad y especificaciones más estrictas, mismas que son las requeridas por la industria de hidrocarburos a nivel internacional y que se le ha dado relevancia a la seguridad y a las previsiones ambientales enfocadas al cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores y de la comunidad, así como el cuidado del ambiente.
- De acuerdo con la información técnica del proyecto, se puede observar que se han cubierto adecuadamente los aspectos de la seguridad a través de la integridad mecánica de los equipos y sistemas y que las instalaciones contarán con los medios adecuados para el cuidado del ambiente.
- Se advierten también las previsiones apropiadas para evitar y controlar las posibles alteraciones a las condiciones normales de operación que pudieran originar riesgos por fuga de Gas Natural.
- Se realizó una metodología de la siguiente forma:
 - Análisis preliminar de riesgos a través de metodologías cualitativas y estadísticas
 - Análisis de riesgo: identificación, jerarquización y evaluación
 - Se determinaron las regiones de los riesgos y se procedió a determinar su viabilidad del proyecto y vulnerabilidad hacia los factores que lo rodean.
- Con el fin de verificar la frecuencia de los riesgos se tomaron las salvaguardas y programas que se tendrán en la estación de descompresión.
- Se realizaron recomendaciones para cada etapa del proyecto.
- Acorde con los resultados del estudio es factible mencionar que el área verificada con la revisión de las políticas, sistemas, características del diseño y compromisos de seguridad involucrados, el nivel de riesgo de la instalación es tolerable y sus consecuencias no afectarían a la población aledaña ni a sus bienes alrededor de la instalación.

Lo anterior se puede resumir en que **el proyecto tiene un nivel de riesgo tolerable y el control y atención de estos se verá centralizado dentro de los límites del área destinada a esta obra.**

VIII. Resumen Ejecutivo

VIII.1 Situación General que presenta el Proyecto

La situación general que presenta el proyecto "Estación de Descompresión para suministro de gas natural a Agricultura Controlada, S.A. de C.V." en materia de riesgo es tolerable, y del cual se obtuvo realizando un análisis de riesgo, siguiendo lo siguiente:

- Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de descompresión
- Se identificarán los riesgos de cada nodo con la metodología HazOp, dentro de la hoja de trabajo, viene una sección para evaluar cada riesgo de forma cualitativa y cuantitativa (abarcando dos metodologías en una sola hoja), lo cual nos da un preliminar sobre la jerarquización del riesgo
- Se jerarquizarán las causas que generán de forma constante un riesgo y cual sería la consecuencia de esta causa por nodo, la conclusión de esta metodología nos dará la cantidad de riesgos por nodos que son tolerables y en caso de existir "no tolerables" se dará seguimiento acorde a la guía de la ASEA.
- Una vez que se tienen los riesgos y las causas más probables, se construyen los eventos, los cuales se evaluarán y modelarán en el software especializado.

Definición de Nodos de la Estación de Descompresión

NOTA: Es importante resaltar que la estación de descompresión podría ser como tal un solo nodo, sin embargo, ya que el presente estudio pertenece a un solo equipo se buscará realizar la clasificación de nodos de acuerdo a los cambios de flujos, condiciones de operación, entrada o salida de la descompresora, más no por instrumentos o equipos ya que muchos de ellos sólo realizan acciones como medir, filtrar o dar paso al combustible, sin alterarlo de alguna forma ni aunarlo o reducirle algún riesgo.

Como se ha mencionado, la EDGN podría ser un solo nodo parte de un proceso, sin embargo, debido a que el estudio esta orientado a este equipo en específico, los nodos se dividirán en donde se den cambios de presión y se marcarán principalmente por los reguladores como se muestra a continuación:

- Nodo 1: Desde la conexión del tráiler hasta la entrada al primer regulador.
- Nodo 2: De la salida del primer regulador a la entrada al tercer regulador (se incluye el segundo regulador en este punto más no se considera un nodo más ya que no hay cambio de presión en este).
- Nodo 3: De la salida del tercer regulador a la salida al usuario (pasando por el área de medición)

Cada nodo abarca las válvulas, tubería, mangueras y equipos que se encuentran en ese tramo. No se hacen nodos por equipos como filtro, medidor, válvulas, etc, ya que en estos descritos, el gas solo fluye y su función es cortar el suministro del mismo, medirlo o filtrar las impurezas, más no hay un cambio en las condiciones de operación de dicho

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

combustible, por otro lado los reguladores es donde se hace un cambio en la presión y que es la variable principal en este tipo de sistemas.

Posterior a ejecutar las metodologías y considerando los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, como se mencionó se puede concluir que; *posterior al punto de conexión con el tráiler (previo a regulación en estación de descompresión), el proceso tiene una mayor magnitud de riesgo debido a la infraestructura que lo conforma, así como a sus condiciones de operación. Así mismo, se determinó que la salida de la descompresora es donde se localiza el menor nivel de riesgo, ya que las condiciones operativas son menos drásticas, aunque los riesgos son más frecuentes de presentarse.*

Así, los escenarios de riesgo a simular se han propuesto realizar en los puntos clave a lo largo del sistema (cambios de presión), realizando énfasis en el área de mayor riesgo conforme con los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, y proponiendo fugas de gas natural por fracturas de material o mala instalación en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

- **NODO 1A:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 1B:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE TUBERÍA, ESTO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 2A:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 2B:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.
- **NODO 3:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ½" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO POSTERIOR A LA TERCERA ETAPA DE REGULACIÓN, A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (36.25 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

Simulación de Eventos de Riesgo

Es relevante señalar el hecho de que los eventos modelados a continuación, se refieren a los posibles escenarios que mayores consecuencias pueden tener en la operación de la estación de descompresión.

La simulación o modelación de estos eventos se ha realizado con los modelos matemáticos del paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), el cual está integrado por tres modelos:

- Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

A continuación, acorde a los radios de afectación obtenidos se muestran las interacciones que se tiene con el medio ambiente, social e infraestructura:

Tabla 32. Resultados por nodo.

		Nodos				
		1A	1B	2A	2B	3
Dardos de fuego	Distancias	Amortiguamiento: 41.45 m Riesgo: 20.72 m	Amortiguamiento: 330.09 m Riesgo: 165.20 m	Amortiguamiento: 10.05 m Riesgo: 5.18 m	Amortiguamiento: 160.32 m Riesgo: 80.16 m	Amortiguamiento: 10.36 m Riesgo: 5.18 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración de la calidad escénica) Infraestructura (patios de la empresa y edificaciones y, descompresora) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión) Infraestructura (patios de la empresa y edificaciones y, descompresora)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

		Nodos				
		1A	1B	2A	2B	3
Nube de Gas inflamable	Distancias	Distancia de Riesgo: 68.58 m Ancho máximo de Riesgo: 61.56 m	Distancia de Riesgo: 348.99 m Ancho máximo de Riesgo: 279.19 m	Distancia de Riesgo: 14.63 m Ancho máximo de Riesgo: 13.10 m	Distancia de Riesgo: 214.27 m Ancho máximo de Riesgo: 192.93 m	Distancia de Riesgo: 12.80 m Ancho máximo de Riesgo: 11.58 m
	Efectos (Debido a que los radios del sistema ambiental son menores, se incluyen sus interacciones aquí)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en patios de maniobra)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la estación, de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en algunas edificaciones)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en una edificación de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)
Nube de vapor	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 45.41 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 276.75 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 10.36 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 134.11 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 9.75 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y patios de maniobra)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificaciones usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificación de usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)

Medidas Preventivas

Las medidas preventivas que se describen a continuación fueron propuestas con base a los riesgos que podrían tener una mayor probabilidad obtenidos del HazOp y la matriz de jerarquización, de igual forma se consideraron los posibles radios de afectación que fueron calculados con el programa ARCHIE. Estas medidas también se mencionaran más adelante.

Tabla 33. Medidas de prevención y mitigación

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
Fuga de Gas Natural	Fracturas en tubería.	FG.1	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.	En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar: *Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor NOTA: En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)	<u>Dardos de Fuego</u>	
		FG.2	Contar con válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
					Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.
		FG.4	Al momento de presentarse una fuga, cerrar válvulas que se encuentren corriente arriba y debajo de la fuga, con el fin de aislar el tramo o instrumento dañado.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
		FG.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.		<u>Nubes Inflamables</u>	
	<u>Afectación</u>			<u>Medida</u>		
	Fracturas en accesorios o instrumentación.	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.	Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona	
		FG.7	Se siguen recomendaciones FG.2, FG.3 y FG.5			

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
	Operación inadecuada de la estación.	FG.8	Contar con un programa de pruebas de hermeticidad y recertificación de materiales acorde con recomendaciones de fabricante y normatividad.			sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.
		FG.9	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.			Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.
		FG.10	Realizar bitácoras para reportar el mantenimiento, fallas y reparaciones a la estación.			
Fracturas de material	Operación inadecuada de la estación	FM.1	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.	NOTA: En caso de presentarse fracturas de material, se generaría una fuga de gas natural, por lo que las medidas de mitigación serían las mencionadas en el punto anterior. En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar: *Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor NOTA: En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la	<u>Dardos de Fuego</u>	
	Falta de mantenimiento	FM.2	Contar con programas de operación y mantenimiento de la estación		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
		FM.13	En caso de presentarse alguna fractura, aislar el tramo dañado, y reemplazar bajo procedimiento autorizado. Se debe contar con un stock de tubería e instrumentos.		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		FM.14	Calibrar y certificar los materiales acordes con proveedor y normas.		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.
	Falta de supervisión	FM.15	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
			Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos		<u>Nubes Inflamables</u>	
		FM.16			<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
					Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
	Falta de procedimientos	FM.17	Contar con un programa de supervisión y procedimientos definidos que puedan consultar los operadores para evitar el riesgo	estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)		personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.
		FM.18	Verificar que se cuente con dictámenes de diseño y certificado de materiales y accesorios (e instrumentos).			Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.
		FM.19	Reportar en una bitácora el estado de los materiales.			
		FM.20	Actualizar los procedimientos cada que haya cambio de condiciones de operación, de equipo, de filosofía operacional o en base a normatividad.			

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Recomendaciones:

Una vez conociendo los tipos y grados de riesgos posibles que implica la ejecución de las diferentes etapas del proyecto, se pueden emitir una serie de recomendaciones técnicas, administrativas y de operación y mantenimiento, con la finalidad de salvaguardar la integridad de las personas involucradas y aledañas, las instalaciones, el medio ambiente y el proceso en general, las cuales se pueden resumir de la siguiente forma.

Técnicas:

- Equipos contra incendio
- Detectores de gas natural fijos y portátiles
- Detectores de ambiente explosivo
- Mantener en condiciones adecuadas las válvulas de seccionamiento y equipo en general

Administrativas:

- Control y archivo adecuado de los programas de inspección técnica y de seguridad
- Implementación de un programa de integridad mecánica
- Capacitación teórico-práctica sobre casos de emergencia a personal operativo
- Mantener los procedimientos de emergencias generales y específicas en las áreas operativas y de mantenimiento
- Documentar la estructura, organización y responsabilidades de los involucrados en la atención de emergencias
- Revisión continua de cumplimiento normativo
- Contar con un Plan de Respuesta a Emergencias para escenarios de riesgo mayor
- Documentar por escrito y tener los procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad en las instalaciones
- Reuniones periódicas para convenir los pasos a seguir para el mantenimiento de la seguridad en el sistema

Operación y mantenimiento:

- Programa de mantenimiento predictivo, preventivo y de refacciones para el mantenimiento correctivo
- Ajustarse a las guías correspondientes para el cumplimiento documental necesario
- Mantener un programa de capacitación y desarrollo a todo el personal de las diferentes instalaciones

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

VIII.2 Conclusiones

- En la ejecución del proyecto se utilizarán equipos modernos y se contará con las medidas necesarias para aminorar los riesgos que implica su operación.
- Se observa que el diseño actual considera la aplicación de la normatividad y prácticas recomendadas apropiadas como corresponde a este tipo de instalaciones industriales y sus riesgos asociados.
- Para el caso del diseño de detalle y la construcción se ha previsto el cumplimiento de la normatividad y especificaciones más estrictas, mismas que son las requeridas por la industria de hidrocarburos a nivel internacional y que se le ha dado relevancia a la seguridad y a las previsiones ambientales enfocadas al cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores y de la comunidad, así como el cuidado del ambiente.
- De acuerdo con la información técnica del proyecto, se puede observar que se han cubierto adecuadamente los aspectos de la seguridad a través de la integridad mecánica de los equipos y sistemas y que las instalaciones contarán con los medios adecuados para el cuidado del ambiente.
- Se advierten también las previsiones apropiadas para evitar y controlar las posibles alteraciones a las condiciones normales de operación que pudieran originar riesgos por fuga de Gas Natural.
- Se realizó una metodología de la siguiente forma:
 - Análisis preliminar de riesgos a través de metodologías cualitativas y estadísticas
 - Análisis de riesgo: identificación, jerarquización y evaluación
 - Se determinaron las regiones de los riesgos y se procedió a determinar su viabilidad del proyecto y vulnerabilidad hacia los factores que lo rodean.
- Con el fin de verificar la frecuencia de los riesgos se tomaron las salvaguardas y programas que se tendrán en la estación de descompresión.
- Se realizaron recomendaciones para cada etapa del proyecto.
- Acorde con los resultados del estudio es factible mencionar que el área verificada con la revisión de las políticas, sistemas, características del diseño y compromisos de seguridad involucrados, el nivel de riesgo de la instalación es tolerable y sus consecuencias no afectarían a la población aledaña ni a sus bienes alrededor de la instalación.

Lo anterior se puede resumir en que **el proyecto tiene un nivel de riesgo tolerable y el control y atención de estos se verá centralizado dentro de los límites del área destinada a esta obra.**

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

VIII.3 Informe Técnico

Datos Generales del Regulado

Fecha de Ingreso: Mayo 2020

Datos de la Empresa Contratada por el Regulado para Elaborar el Análisis de Riesgo

Nombre de la Empresa: Colibrí Soluciones Ambientales, S.A. de C.V.

Nombre de la Persona Responsable: Tania Patricia Martínez Soto

Cargo: Dirección Ejecutiva

Datos Generales del Regulado

CURR:

RFC: ACC 140430 P50

Nombre, Razón o Denominación Social: Accesgas, S.A.P.I. de C.V.

Nombre del Proyecto: Estación de Descompresión para suministro de Gas Natural a Agricultura controlada, S.A. de C.V., en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia, Estado de Guanajuato

Objeto de la Instalación o Proyecto: Suministrar Gas Natural a los equipos de proceso del Usuario Final

Ubicación de las instalaciones

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

Calle y Número: [REDACTED]

Municipio: [REDACTED]

Código Postal:

Colonia:

Estado: Guanajuato

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, ART. 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones

Calle y Número: [REDACTED]

Municipio: [REDACTED]

Código Postal: [REDACTED]

Teléfonos: [REDACTED]

Fax:

Colonia: [REDACTED]

Estado: [REDACTED]

Correo Electrónico: [REDACTED]

Nombre del Representante Legal: Samad Torres Pérez

Cargo: Área Legal

Actividad del Sector Hidrocarburos (artículo 3º fracción XI de la Ley de la ASEA): Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Uso de Suelo donde se encuentra la Empresa

☒ Agrícola	☐ Rural	☐ Habitacional	☐ Industrial
☐ Comercial	☐ Mixto		

El proyecto y/o instalación se encuentra ubicada en zona con las siguientes características

☐ Zona Industrial	☐ Zona habitacional	☐ Zona suburbana
☐ Parque Industrial	☐ Zona urbana	☒ Zona rural

Localización Geográfica

Coordenadas latitud N: XXXXXXXXXX

Coordenadas longitud W: XXXXXXXXXX

Superficie

Requerida: 700 m²

Total: 700 m²

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

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo
Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 34. Sustancias Manejadas (Solo se ocupa gas natural a lo largo de la estación de descompresión)

Nombre Químico la Sustancia (IUPAC)	Número CAS	Riesgo Químico					Capacidad Total		Capacidad de la Mayor Unidad de Almacenamiento (Ton)
		C	R	E	T	I	Almacenamiento (unidad)	Producción (Ton/día)	
Gas Natural	74-82-8					XX	N/A	944 m³/hr	22,656 m³/día

Tabla 35. Identificación y Clasificación de Riesgos

Número de Falla	Falla	Accidente Hipotético			Ubicación				Metodología empleada para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos
		Fuga	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			Unidad o Equipo de Proceso	
					Transporte	Regulación	Servicios		
Nodo 1	Ruptura Unión o Tubo	XX	XX	XX	XX			Entrada Estación Descompresión Previo Regulación	Check List, Hazop, Mond, Matriz de Jerarquización
Nodo 2	Ruptura Unión o Tubo	XX	XX	XX		XX		Tubería posterior a primera etapa de regulación	Check List, Hazop, Mond, Matriz de Jerarquización
Nodo 3	Ruptura Unión o Tubo	XX	XX	XX	XX			Salida Estación de Descompresión posterior a regulación	Check List, Hazop, Mond, Matriz de Jerarquización

Tabla 36. Criterios para la Estimación de Consecuencias

Número de Falla	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética Liberada		Estado Físico	Programa de Simulación Empleada	Zona de Alto Riesgo		Zona de Amortiguamiento	
	Masiva	Continua	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
Nodo 1A		XX	133.79	lbs/min	Gas	ARCHIE	20.72	600	41.45	600
Nodo 1B		XX	5,975.6	lbs/min	Gas	ARCHIE	165.20	240	330.09	240
Nodo 2A		XX	7.51	lbs/min	Gas	ARCHIE	5.18	600	10.05	600
Nodo 2B		XX	1,107.6	lbs/min	Gas	ARCHIE	80.16	240	160.32	240
Nodo 3		XX	5.87	lbs/min	Gas	ARCHIE	5.18	600	10.36	600

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo
Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Tabla 37. Resultados de la Estimación de Consecuencias

Número de Falla	Toxicidad				Explosividad (Sobrepresión)		Radiación Térmica		Otros Criterios
	IDHL	TLV ₈	Velocidad del Viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica	0.035 Kg/cm ²	0.070 Kg/cm ²	1.4 KW/m ²	5.0 KW/m ²	
Nodo 1A			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 1A			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 1B			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 4 minutos
Nodo 1B			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 4 minutos
Nodo 2A			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 2A			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 2B			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 4 minutos
Nodo 2B			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 4 minutos
Nodo 3			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 3			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

Receptores de Riesgo

Como se puede observar en la Tabla 5 “Estimación de Consecuencias” se encuentran las distancias tanto de amortiguamiento, así como de alto riesgo, para distintos escenarios, y con el apoyo de la Tabla 1 “resultados por nodo” donde se mencionan las interacciones de cada escenario de acuerdo a dichas distancias, se menciona a continuación la clasificación de cada uno de ellos (Catastrófico, Grave, Significativo, Reparable o Ninguno) **(Con el mismo fin, en el Anexo 4.12 se puede consultar la matriz de clasificación de todos los impactos de cada NODO):**

NODO 1A: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼” DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE O CASI NULO, ya que las distancias de alcance son ligeramente medianas, y dentro del radio de alcance de dichas distancias, se localizan impactos e interacciones con la infraestructura y terreno donde se aojará la descompresora. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.11** de este estudio.

NODO 1B: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE TUBERÍA, ESTO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,555.83 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE O SIGNIFICATIVO, ya que las distancias de alcance son altas, sin embargo, lo que más afecta son los terrenos de la empresa y sus trabajadores, alrededor de la estación no hay características ambientales o sociales que se vean afectadas. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.11** de este estudio.

NODO 2A: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼” DE DIÁMETRO EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE O CASI NULO, ya que las distancias de alcance son demasiado cortas, y dentro del radio de alcance de dichas distancias, no se localizan impactos e interacciones ni los terrenos de la empresa ni algunas otras naves industriales, ni vegetación y/o trabajadores. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.11** de este estudio.

“Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato”

NODO 2B: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA, ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (170.7 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE, ya que las distancias de alcance son medianas, y dentro del radio de alcance de dichas distancias, se localizan impactos e interacciones con los terrenos de la empresa, y a los trabajadores es poco probable se vean afectados. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.11** de este estudio.

NODO 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ½" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA, BRIDA O TUBERÍA EN MAL ESTADO POSTERIOR A LA TERCERA ETAPA DE REGULACIÓN, A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (36.25 PSIG), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DEL USUARIO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA VÁLVULA DE CORTE SE CIERRE Y QUE SE ACTIVE EL PROGRAMA DE ATENCION DE EMERGENCIAS DONDE EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE ACCESGAS Y EL USUARIO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE O CASI NULO, ya que las distancias de alcance son demasiado cortas, y dentro del radio de alcance de dichas distancias, no se localizan impactos e interacciones ni los terrenos de la empresa ni algunas otras naves industriales, ni vegetación y/o trabajadores. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.11** de este estudio.

"Estación de descompresión de gas natural para abastecimiento al usuario Agricultura Controlada S.A. de C.V. en el municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, estado de Guanajuato"

IX. Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información presentada en el Análisis de Riesgos (Anexos)

Anexo 1.

- 1.1 Diagrama de Tubería e Instrumentación de la Estación de Descompresión
- 1.2 Diagrama de Flujo
- 1.3 Plano Localización
- 1.4 Plano General y ubicación de equipos
- 1.5 Plano de Seguridad y Extintores

Anexo 2.

2.1 Fotografías.

Debido a la naturaleza de su instalación, maduración y etapa en la que se encuentra el proyecto no se cuenta con un anexo fotográfico ya que la instalación de descompresión aún se encuentra en armado con fabricante.

Anexo 3.

- 3.1 Hoja de Datos y Seguridad del Gas Natural

Anexo 4.

- 4.1 Programa de Obra
- 4.2 Programa de operación
- 4.3 Programa de abandono
- 4.4 Memoria Descriptiva
- 4.5 Ficha Técnica ED (incluido mantenimiento)
- 4.6 Descripción de las Metodologías Utilizadas
- 4.7 Análisis de posibles Riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos
- 4.8 Análisis Preliminar de Riesgo
 - 4.8.1 Lista de Verificación
 - 4.8.2 Índice de Mond
- 4.9 Análisis de Riesgo de Procesos y jerarquización de riesgos (la matriz de jerarquización se muestran sus resultados en punto V.1.2 y desarrollo en el anexo 4.6)
 - 4.9.1 Análisis HazOp
- 4.10 Catálogo de Escenarios de Riesgos (incluye memorias de cálculo, información ingresada a simulador y reporte del mismo, así como resultados)
 - 4.10.1 Memoria Nodo 1A
 - 4.10.2 Memoria Nodo 1B
 - 4.10.3 Memoria Nodo 2A
 - 4.10.4 Memoria Nodo 2B
 - 4.10.5 Memoria Nodo 3
- 4.11 Radios de Afectación
- 4.12 Matriz de la Clasificación de Impactos de los Radios de Afectación (Social, Ambiental e Infraestructura).