

Contenido

I. Descripción del proyecto y/o instalación.....	4
I.1 Proyecto y/o Instalación.....	21
II. Descripción detallada del proceso	23
III. Descripción del Entorno	34
IV. Análisis Preliminar de Riesgos	40
V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos	57
V.1 Análisis cualitativo de riesgo	59
V.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos	59
V.1.2. Jerarquización de escenarios de riesgo.....	63
V.2 Análisis Cuantitativo de Riesgo	67
V.2.1. Análisis Detallado de Frecuencias.....	67
V.2.2. Análisis Detallado de Consecuencias.....	67
V.2.3. Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)	70
V.3 Análisis de Riesgo	71
V.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	71
V.3.2. Análisis de Vulnerabilidad.....	71
V.4. Determinación de Medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP	76
VI. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de riesgo	76
VII. Conclusiones y Recomendaciones	84

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto (Nacional).....	4
Figura 2. Ubicación del proyecto (Municipal).	5
Figura 3. Ubicación del proyecto (localidad)	5
Figura 4. Colindancias	6
Figura 5. Áreas y niveles de iluminación propuestos.....	11
Figura 6. Vista frontal del equipo de descompresión	12
Figura 7. Vista lateral del equipo de descompresión	13
Figura 8. Equipo de descompresión	13
Figura 9. Ubicación de extintores.....	18
Figura 10. Diagrama de bloques	23
Figura 11. Cabezal de descarga	23
Figura 12. Filtro de segunda etapa	24
Figura 13. Módulo de calentamiento.....	24
Figura 14. Módulo de regulación de presión (segunda etapa)	25

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Figura 15. Módulo de medición	26
Figura 16. Módulo de control.....	26
Figura 17. Diagrama de flujo de proceso.....	28
Figura 18. Diagrama del Sistema de seguridad de la EDGN	30
Figura 19. Rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704.....	34
Figura 20. Vista lateral del equipo de descompresión	34
Figura 21. Ubicación del proyecto (detalle)	35
Figura 22. Gráfica de dirección de viento y ráfaga (ESIME Guadalajara).....	38
Figura 23. Gráfica de dirección de viento y ráfaga (EMA La Primavera).	38
Figura 24. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA	43
Figura 25. Sustancias involucradas en emergencias.....	44
Figura 26. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	45
Figura 27. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.	46
Figura 28. Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales	47
Figura 29. Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652	47
Figura 30. EMERGENCIAS NOTIFICADAS EN 2017	48
Figura 31. Tipos de falla	50
Figura 32 Dispositivos de seguridad en la estación.....	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Características de diseño (flujo)	7
Tabla 2. Características de diseño (presión y temperatura).....	7
Tabla 3. Composición de Gas Natural	7
Tabla 4. Características de la Estación de Descompresión	8
Tabla 5. Factor por clase de localización	16
Tabla 6. Especificaciones para tubería.....	17
Tabla 7. Factor por Temperatura	17
Tabla 8. Características de los equipos principales.....	22
Tabla 9. Balance de materia.....	27
Tabla 10. Equipos y accesorios	30
Tabla 11. Distancias entre las áreas de las Terminales.	31
Tabla 12. Ubicación del proyecto.....	34
Tabla 13. Principales zonas colindantes del proyecto	36
Tabla 14. Valores para la ESIME.	37
Tabla 15. Valores para la EMA.	38
Tabla 16. Ejemplo de la lista de verificación	41
Tabla 17. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA	43
Tabla 18. Eventos ocurridos en México.....	50
Tabla 19. Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999	53
Tabla 20. Resultados índices del sistema	54
Tabla 21. Resultados índices con reducción.....	54
Tabla 22 Probabilidad de ocurrencia	60

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Tabla 23 Ejemplo Hoja de Trabajo HazOp	61
Tabla 24. Resultados finales HazOp.....	61
Tabla 25. Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Entrada a estación de descompresión previo a regulación).	64
Tabla 26. Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Tubería de la estación de descompresión posterior a primera etapa de regulación).	64
Tabla 27. Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Salida de la estación de descompresión posterior a regulación y previo a conexión con infraestructura de usuario).....	65
Tabla 28. Jerarquización de riesgos totales por nodo.	65
Tabla 29 Tasa de Descarga	67
Tabla 30 Interacciones	71
Tabla 31 Resultados por nodo.	72
Tabla 32. Medidas de prevención y mitigación	73
Tabla 33 Recomendaciones Técnico-Operativas.....	78

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 de los equipos (secadoras) de una planta dedicada a la fabricación de semillas y agroproductos.

La EDGN se sujetará en todas sus etapas a las especificaciones y lineamientos establecidos aplicables en 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.

La EDGN será instalada dentro de la planta del usuario final, ubicada en la localidad de Nextipac, perteneciente al municipio de Zapopan en el estado de Jalisco, tal como puede apreciarse en las figuras siguientes.

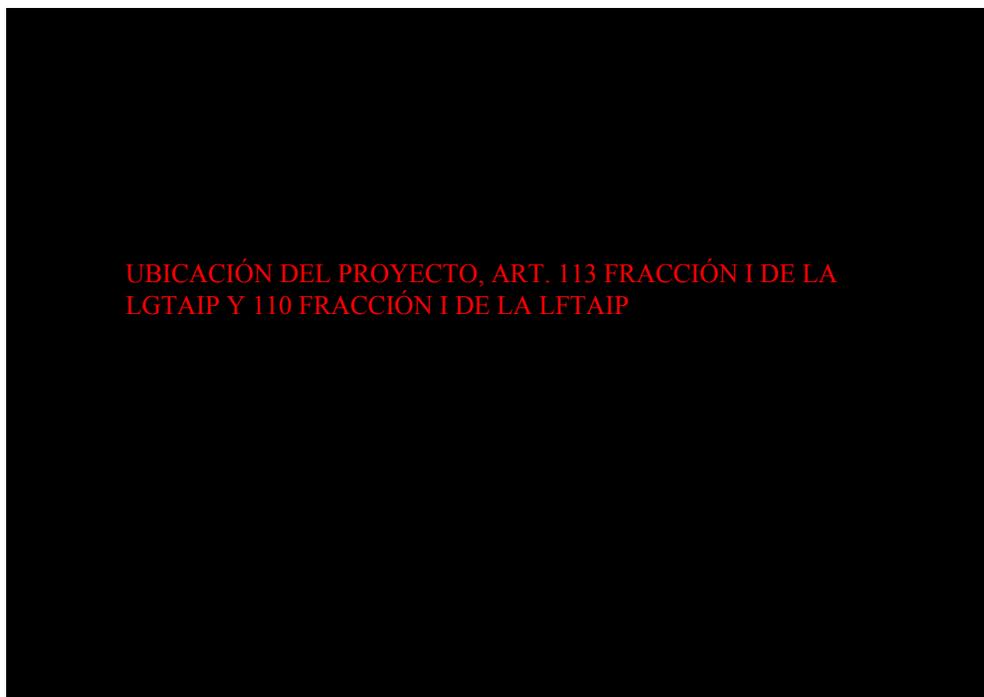


FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO (NACIONAL)
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el Estado de Jalisco”

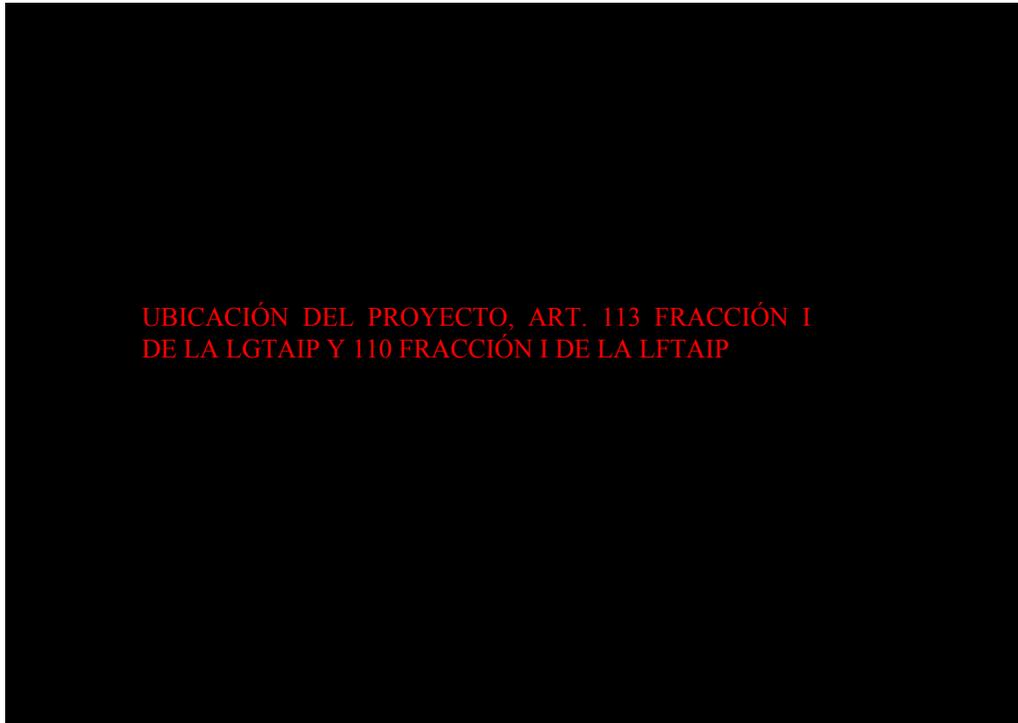


FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO (MUNICIPAL)
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

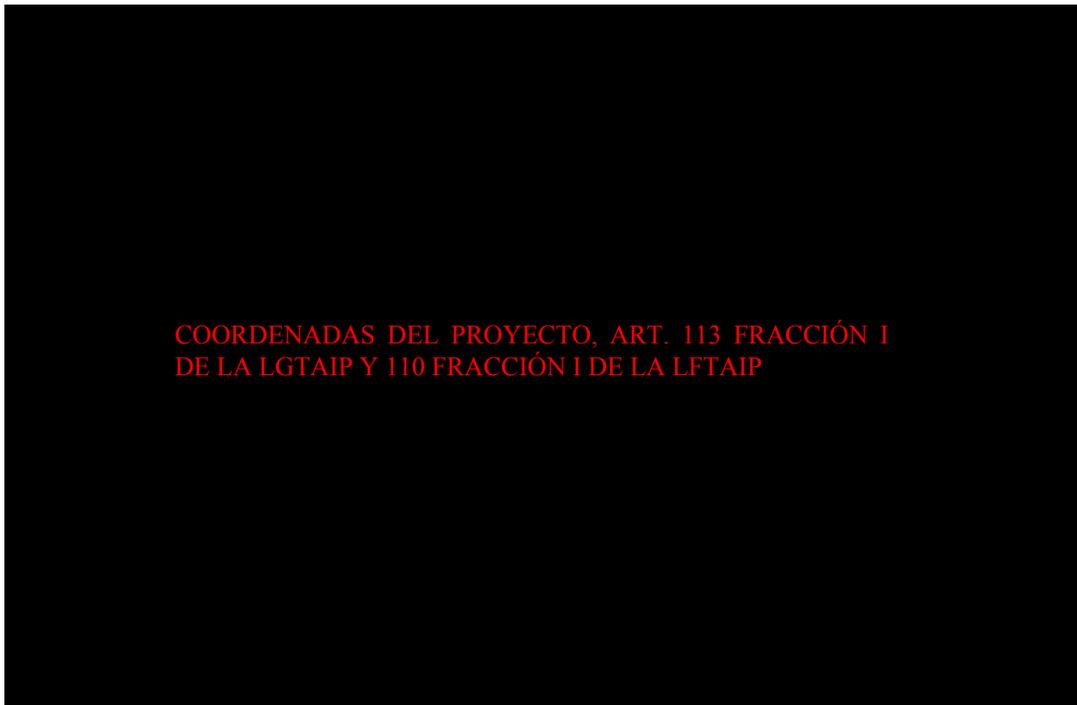


FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO (LOCALIDAD)
Fuente: Elaboración propia

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el

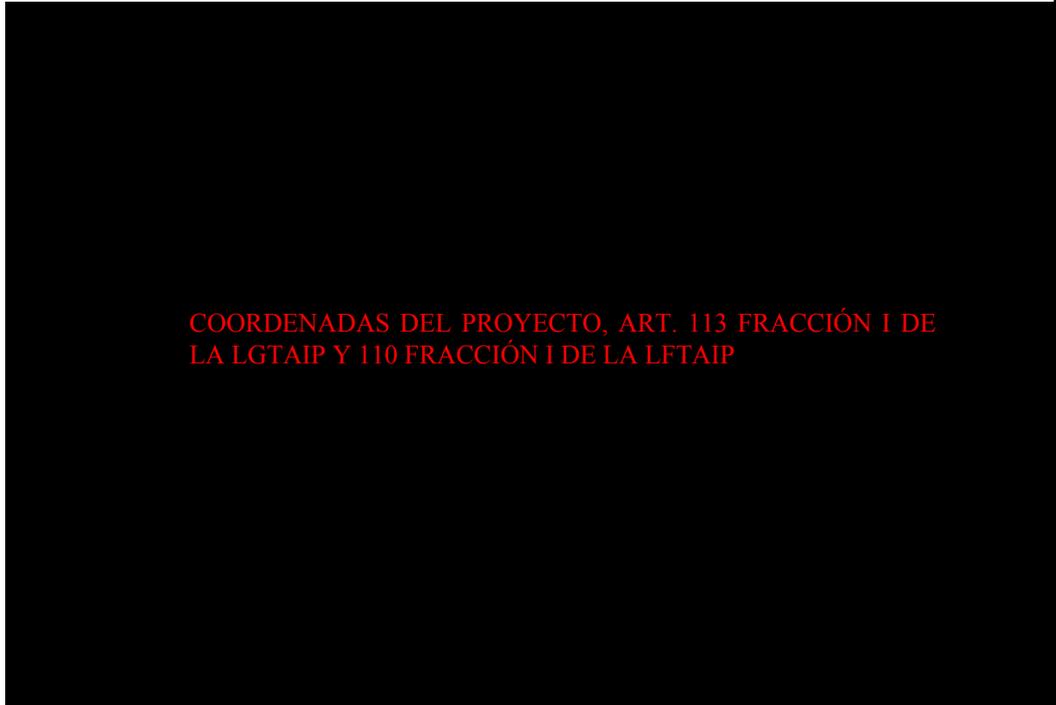


FIGURA 4. COLINDANCIAS

La construcción e instalación de la Estación de Descompresión, junto con todas sus obras y sus componentes esta contemplado en un período de 49 días, y la operación se plantea que inicie en el mes de enero 2019. Se puede consultar el Cronograma de Obra en el Anexo 4.2.

Fundamentación Legal

A pesar de que será una obra temporal y con un flujo no tan alto, se cuenta con alta presión dentro de su proceso de la estación de descompresión, 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 Neomexicana de GNC, S.A.P.I. de C.V. se presenta el siguiente estudio de riesgo ambiental para la actividad a realizar.

Fundamento legal para la presentación del estudio de riesgo ambiental: 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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 estación de descompresión de gas natural (EDGN) es, recibir el gas natural comprimido (GNC) que se transporta en un tráiler a una presión de 250 bar, reducir la presión a una útil para el usuario final (4 – 6.8 bar) y cuantificar el volumen de gas suministrado para fines de facturación (el consumo se estima en aproximadamente 400 m³/hr, es decir, 3.5x10⁶ m³ anuales). Los parámetros de diseño de la EDGN son los siguientes:

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO (FLUJO)

	Diseño [m ³ /hr]	Operación [m ³ /hr]	Máxima de operación (picos) [m ³ /hr]
Flujo	1000	400	877

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO (PRESIÓN Y TEMPERATURA)

		Máxima	Mínima
Entrada	Presión [bar]	250	15
	Temperatura [°C]	55	0
Salida	Presión [bar]	6.8	4
	Temperatura [°C]	25	20

TABLA 3. COMPOSICIÓN DE GAS NATURAL

Componente	Análisis típico (%mol)	Límite (%mol)
Metano	94.9	87 – 96
Etano	2.5	1.8 – 5.1
Propano	0.2	0.1 – 1.5
i-Butano	0.03	0.01 – 0.3
n-Butano	0.03	0.01 – 0.3
i-Pentano	0.01	Rastros – 0.14
n-Pentano	0.01	Rastros – 0.04
Hexano	0.01	Rastros – 0.06
Nitrógeno	1.6	1.3 – 5.6
Dióxido de carbono	0.7	0.1 – 1
Oxígeno	0.02	0.01 – 0.1
Hidrógeno	Traces	Rastros – 0.02

Debido a la alta presión del GNC y la posterior descompresión, es necesario instalar un sistema de calentamiento para precalentar el gas natural antes de cada etapa de reducción de presión, para mitigar el efecto de enfriamiento producido por la expansión del gas natural (Joules Thomson). De igual forma, la estación cuenta con un sistema de filtración, así como elementos de comunicación y control que permiten la operación segura de la misma.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

La estación de descompresión cuenta con 7 módulos principales:

1. Módulo de Cabezal de Descarga automática
2. Módulo de filtración
3. Módulo de calentamiento
4. Módulo de primera etapa de regulación
5. Módulo de segunda etapa de regulación
6. Módulo de medición
7. Módulo de control

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 1.5” de diámetro Acero Inoxidable previo a regulación y 1” acero al carbón posterior a la primera etapa de regulación.

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN

Parámetro	Sistema Internacional	Unidades Inglesas
Capacidad máxima operativa del sistema	24,000 m ³ (N)/Día	850,000 pie ³ (N)/Día
Capacidad operativa del sistema	21,048 m ³ (N)/Día	742,000 pie ³ /Día
Máxima Presión permisible de operación (Presión de diseño)	27,500 kPa	4,000 psig
Presión de Operación	25,000 kPa	3,625 psig
Temperatura de diseño	20 °C	68 F
Tubería	Tubing de Acero Inoxidable de 1” ANSI 1500 Tubería de acero al carbón de 1” ced. 160 posterior a primera etapa de regulación	

Preparación y Construcción

La etapa de preparación del sitio involucra el acondicionamiento del terreno el cual debe ser nivelado y el retiro de estructuras metálicas que se encuentran instaladas en la superficie a ocupar.

La construcción comprende el tendido de tres planchas de concreto, la instalación de la estación misma que se encontrará contenida dentro de un gabinete; así como la obra eléctrica correspondiente.

Se consideran como actividades de preparación del sitio las siguientes:

- Excavación en caja a máquina de 30 a 40 cm de terreno para mejoramiento de este.
- Relleno con material inerte, compactado por medio mecánicos al 95 % Proctor, adición de agua y cal.
- Trazo y nivelación de terreno, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel.
- Retiro o corte de las estructuras metálicas a ras de piso, las cuales representan obstrucción para la instalación de la estación.
- Limpieza y acarreo de material sobrante.

No se considera necesaria la remoción de ningún individuo arbóreo o arbustivo. Tampoco será requerido el consumo de agua en esta actividad.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Etapa de preparación del sitio y construcción.

La etapa de construcción comprende la obra civil, la obra eléctrica y la instalación del equipo de descompresión.

a) Obra civil

La obra civil incluye la fabricación de tres losas, topellantas, instalación de malla ciclónica y de la entrada de los semirremolques, como se detalla a continuación:

- **Losa de semirremolques**
 - Se construirá con concreto armado
 - Estará diseñada para soportar el peso de los semirremolques (60 toneladas)
 - El piso debe soportar la carga puntual del levante o patas del semirremolque
- **Losa de equipo de descompresión**
 - Se construirá con concreto armado
 - Estará diseñada para soportar el peso del equipo de descompresión (4 toneladas)
 - Debe sobresalir 10cm sobre nivel de la losa peatonal tránsito liviano
- **Losa peatonal de tránsito liviano**
 - Se construirá con concreto ligero (especificaciones para uso peatonal)
- **Topellantas**
 - Se construirá con concreto armado (especificaciones para topellantas)
 - Preparado para el impacto de las llantas
 - La profundidad del topellantas debe es calculado de acuerdo al terreno por una persona calificada
 - Deben sobresalir sobre nivel de piso terminado 20 cm, con chaflan
 - Los topellantas deben ser pintados de color amarillo con negro
 - Se debe dejar una barra de tierra física detrás de los topellantas para aterrizar los contenedores
 - Se deben pintar rayas amarillas de 10cm de ancho por 11 metros de largo para cajoneras de los contenedores
- **Instalación de la malla ciclónica**
 - Deberá ser de barra plana de hierro de 1½” x Ø 5/16”
 - Pilares de tubería de hierro redondo con pintura negro mate
 - Altura mínima de 2 metros
 - Malla metálica hecha de alambre de acero galvanizado y torcido
 - Se debe dejar disparo del sistema de tierra para aterrizar la malla ciclónica

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- **Entrada de semirremolques**

- Se colocará una cadena de plástico con soporte de 3" de diámetro para postes de acero carbono a una altura de 1.50 mts rellenos de concreto

- **b) Obra eléctrica**

La obra eléctrica incluye la red de sistema de tierras, la instalación de la tubería eléctrica enterrada, la instalación del centro de carga, la instalación de iluminación para intemperie, así como el cálculo, instalación y ubicación del pararrayos, como se detalla a continuación:

- **Red de sistema de tierras**

- Deberá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la NOM-001-SEDE-2012
- Se realizarán 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
- Factor de Utilización de 0.85
- Todas las cercas perimetrales, equipos y puertas metálicas deben ser puestos a tierra
- El sistema de pararrayos debe ser conectado a la red de tierra conforme a la NOM-022-STPS-2015

- **Tubería eléctrica enterrada**

- Se instalará desde el centro de carga hasta el equipo de descompresión.
- La longitud aproximada de la tubería enterrada y cable es de 10 metros.
- El conduit eléctrico debe ser conforme a las especificaciones de la norma NOM-001-SEDE-2012, sin poder ser menor a Ø1", para la interconexión entre el centro de carga y el equipo de descompresión. Debe ser de acero al carbón ASTM A-53 de tipo pesado a prueba de explosión.
- El material de las conexiones será de acuerdo con ASTM A197M en hierro negro maleable galvanizado roscado NPT de acuerdo a ASME B 1.20.1 - Schedule 40.
- La tubería conduit irá enterrada a una profundidad mínima de 600 mm del nivel de suelo.
- El cable debe ser aprobados como adecuados para lugares húmedos.
- Se instalarán sellos EYS, a prueba de explosión de 1"Ø NPT a la entrada del equipo de descompresión y del centro de carga. El sello debe cumplir con lo estipulado en la NOM-001-SEDE-2012.

- **Centro de carga**

- Contará con un espacio para alojar un medio de desconexión principal y una sección para derivados (Alimentación de 127v 60H, 5

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

KW para equipo de descompresión y Alimentación de 220V para el sistema de iluminación con foto celda para encendido automático).

- Cada circuito deberá estar separados y cada uno contar con interruptor individual (pastilla, dos en total), para protección contra sobrecarga y cortocircuito.
 - El gabinete será para uso resistente al clima (NEMA Tipo 3).
 - Contará con un punto de suministro eléctrico, el cual debe tener una potencia de 5KW con tensión de operación de 220v Trifásico a 60Hz.
 - El suministro de energía eléctrica será abastecido desde la instalación eléctrica del usuario final.
- **Iluminación para intemperie**
 - Sistema de alumbrado a base de luminarias tipo proyector de 400W, aditivos metálicos
 - Contará con una interconexión de tubería conduit y cableado desde el centro de carga a las luminarias montadas en poste
 - Se deberá entregar un estudio de los lúmenes para el área del equipo de descompresión de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 (Figura 12).

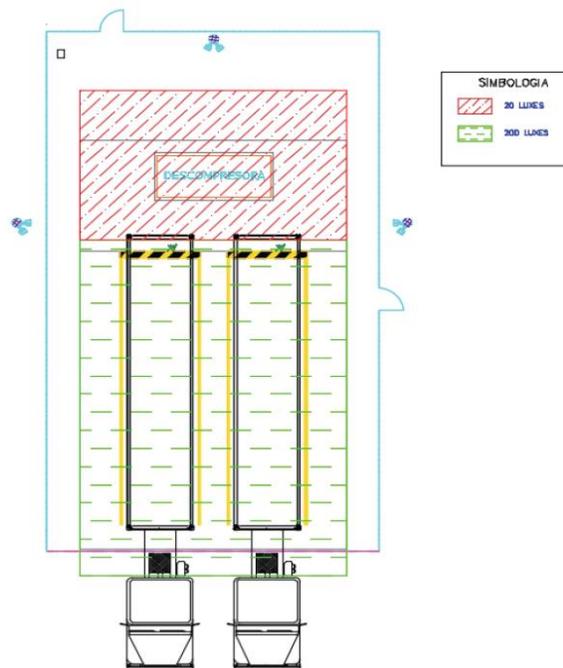


FIGURA 5. ÁREAS Y NIVELES DE ILUMINACIÓN PROPUESTOS

- **Pararrayos**
 - Se realizará el cálculo, instalación y ubicación del sistema de pararrayos conforme a la NMX-J-549-ANCE-2005 y NOM-022-STPS-2015

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

c) **Instalación del equipo de descompresión**

La instalación del equipo de descompresión comprende la colocación del equipo y la fijación de este. La estación se encuentra contenida con todos sus elementos dentro de un gabinete de acero de acero al carbón recubierto con pintura epóxica.

La estación cuenta con puntos de izaje para poder ser colocada adecuadamente y será anclada a la losa construida para sostenerla. La estación tiene una masa aproximada de 4 toneladas. Las siguientes figuras muestran las dimensiones del gabinete en el que estará contenida la estación, así como la distribución interna de la estación.

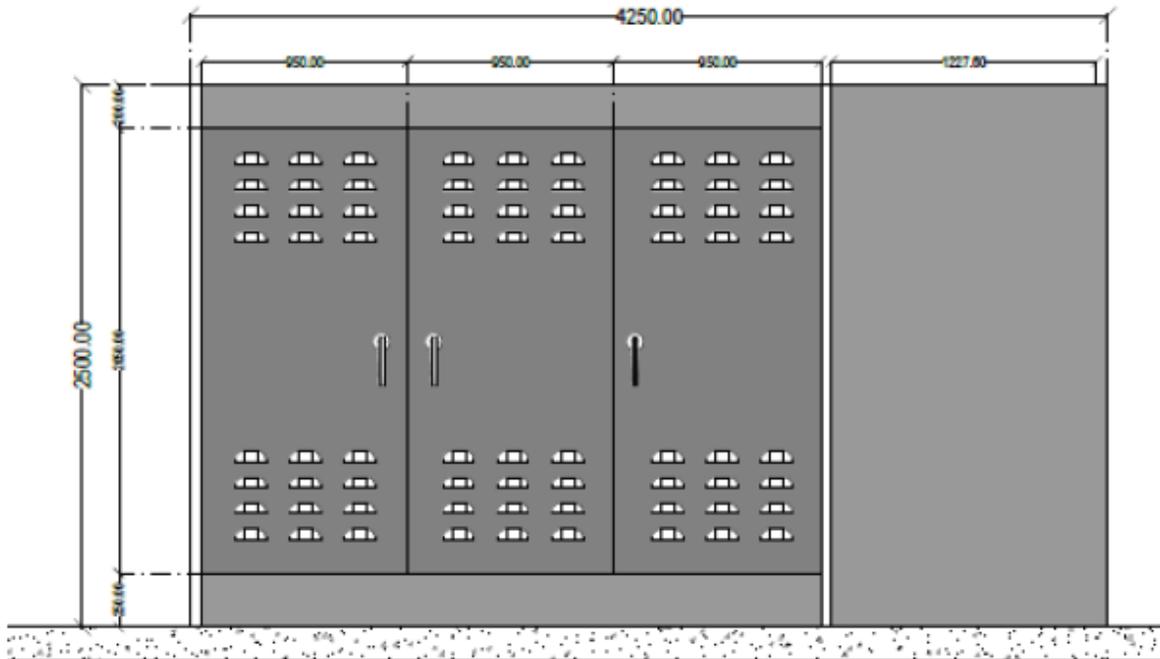


FIGURA 6. VISTA FRONTAL DEL EQUIPO DE DESCOMPRESIÓN

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

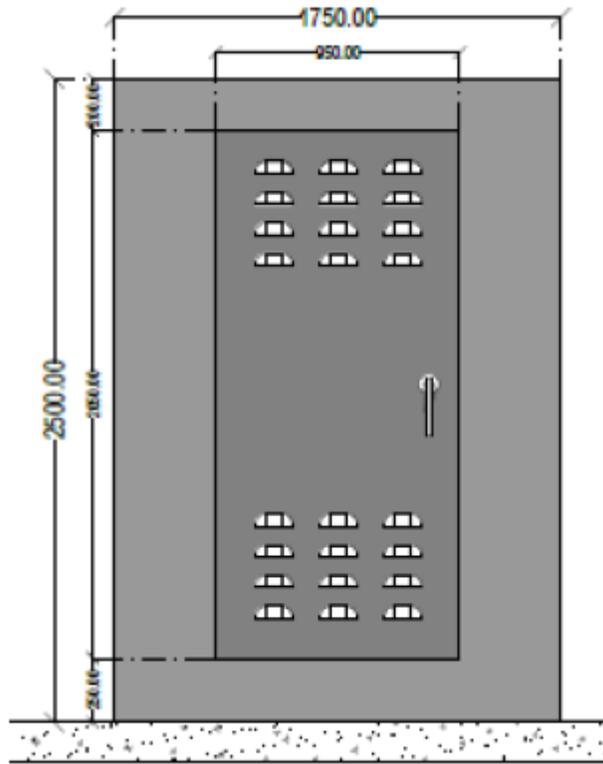


FIGURA 7. VISTA LATERAL DEL EQUIPO DE DESCOMPRESIÓN

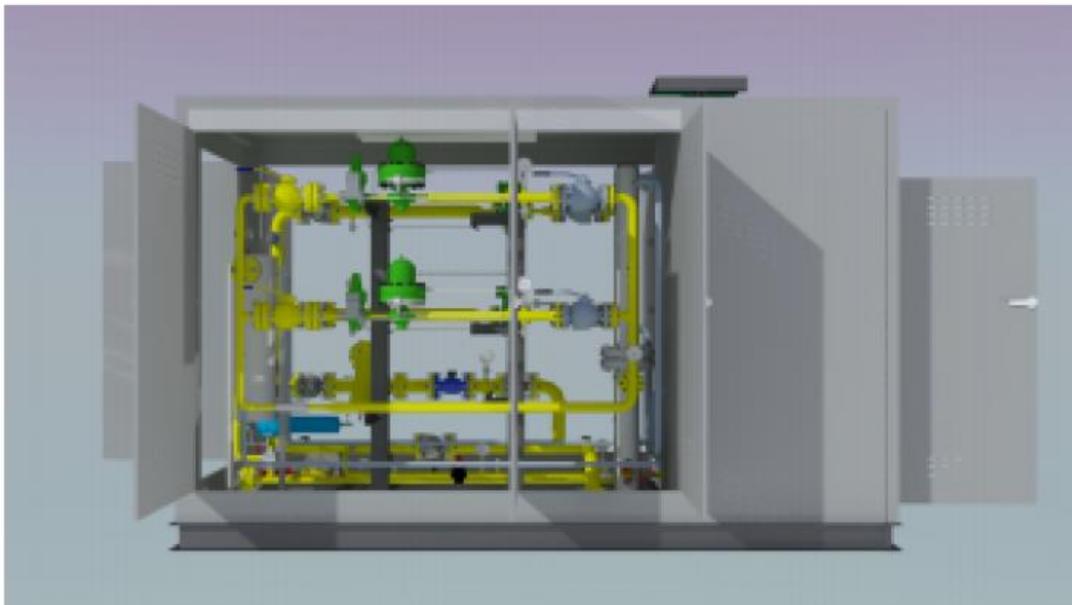


FIGURA 8. EQUIPO DE DESCOMPRESIÓN

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Proyecto Mecánico

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

La conexión de entrada del área de descompresión en la parte de regulación será en manguera flexible de 1”, y su salida (entrada al área de medición) será con manguera flexible de 1”, y a pesar de que no hay un tramo considerable de tubería, la existente será en tubing de 1.5” de acero inoxidable y una vez que entra al sistema de medición la tubería será de acero al carbón de 1” de diámetro.

Por lo que a continuación se presentan los cálculos para tubería de 1.5” Acero inoxidable y 1” Acero al carbón Ced. 40 Gr. X42:

a) Cálculo del Diámetro de la Tubería

El consumo mensual será $Q_{\text{mensual}} = 631,440 \text{ m}^3$

El gas a la entrada de la estación de descompresión se consideró a una presión de operación de 255.0 kg/cm² manométricos.

EL CONSUMO A LAS CONDICIONES REALES ESTÁ DADO POR:

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

- Para tubing de 1.5” Acero inoxidable

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Nextipac, Jalisco = 0.9779 Kg/cm²

Q_s = Consumo estándar

P₀ = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM = 1.033 kg/cm²

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

P₁ = 255.0 kg/cm² + 0.9779 kg/cm² = 255.98 kg/cm²

$$Q = \frac{877 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 1.033 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{255.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3.54 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

• Para tubería de 1” Acero al carbón Ced. 160

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Nextipac, Jalisco = 0.9779 Kg/cm²

Q_s = Consumo estándar

P₀ = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM = 1.033 kg/cm²

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

P₁ = 91.6 kg/cm² + 0.9779 kg/cm² = 92.58 kg/cm²

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

$$Q = \frac{877 \frac{m^3}{hr} * 1.033 \frac{kg}{cm^2}}{92.58 \frac{kg}{cm^2}} = 9.78 \frac{m^3}{hr}$$

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 tubing de 1.5" Acero inoxidable

$$Q = 3.54 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.054 \text{ m}^3/\text{min}$$

A = área transversal
v = velocidad

$$A = \frac{0.054 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m/min}} = 0.000045 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.000045 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.007569 \text{ m} = 7.56 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 38.1 mm (1.5") para tubería de acero inoxidable es correcto.

- Para tubería de 1" de acero al carbón Ced. 160

$$Q = 9.78 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.163 \text{ m}^3/\text{min}$$

A = área transversal
v = velocidad

$$A = \frac{0.163 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m/min}} = 0.0001358 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0001358 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.01315 \text{ m} = 13.15 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 25.4 mm (1") para tubería de acero al carbón Ced. 160 es correcto.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Cálculo del Espesor (tomado de la NOM-007-ASEA-2016 que menciona este cálculo)

Para tubería de Acero al carbón 1” Ced. 160

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/cm^2)
- S = Resistencia de fluencia mínima especificada (kg/cm^2 , kPa) = 2,952.89 kg/cm^2
- E = Eficiencia de la junta longitudinal
- T = Factor de reducción por temperatura

La presión manométrica a la salida de la primera etapa de regulación es de 91.6 kg/cm^2 , la presión absoluta es de 92.58 kg/cm^2 .

TABLA 5. FACTOR 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:

- 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 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;

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- 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 6. ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍA

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
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 7. 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

Sustituyendo para tubo de 1” tenemos:

$$t = \frac{92.58 \frac{kg}{cm^2} * 0.0254 m}{2 * 2952 \frac{kg}{cm^2} * 0.55 * 1 * 1} = 0.0007965 m$$

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

$$t_{requerida} = 0.0007965 + 0.003175 = 0.003971 \text{ m}$$

Por lo tanto, el espesor seleccionado de 0.00635 m (0.250”) para tubo de 1” cedula 160 es correcto.

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

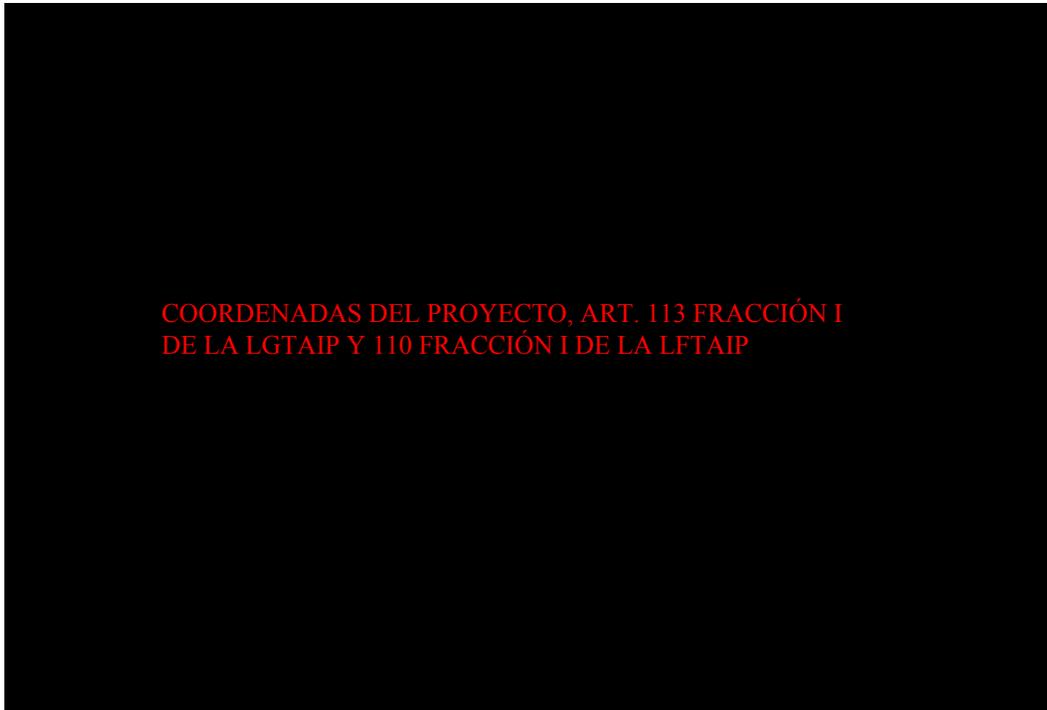
t_{real} = espesor del tubo cédula 160 seleccionado menos 1/8” por corrosión futura

$$P = \frac{2 * 2952 \frac{kg}{cm^2} * (0.00635 - 0.003175)m * 0.55 * 1 * 1}{0.0254 \text{ m}} = 369 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto el tubo seleccionado en cédula 160 de 1” nominales resistirá una presión de 369 kg/cm², la presión de trabajo manométrica será de 91.6 kg/cm², por lo tanto queda aprobada la selección del tubo.

Proyecto Sistema Contra-Incendio

En la EDGC se tendrá un extintor tipo PQS para tuberías e instrumentación y un extintor 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 cada extintor será de 4.5 Kg y contará 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su 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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

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” (Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standars).

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 tres principales equipos, los cuales a continuación se clasifican:

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS 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.	
Filtro	001	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 474	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	17.33	Entrada: 255 Salida: 6.93	316	-28	Entrada: 25 Salida: 20	76	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP
Reguladores	002	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 474	NOM-010-ASEA-2016 NFPA 52,70 ASME B31.1, 31.3	17.33	Entrada: 255 Salida: 6.93	316	-28	Entrada: 25 Salida: 20	76	
Medidor	003	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 26	NOM-010-ASEA-2016 AGA 7	0.34	6.93	6.93	-28	20	76	

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 1.1 y 1.2 del estudio.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

El proceso principal es el suministro de gas natural a diversos equipos, pasando previamente por una descompresión que puede describirse de la siguiente forma:

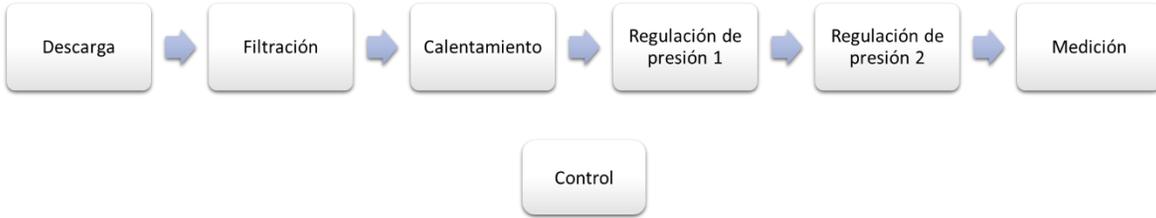


FIGURA 10. DIAGRAMA DE BLOQUES

A continuación, se describen de forma detallada cada una de las operaciones unitarias.

II. Descripción detallada del proceso

El objetivo del proyecto es diseñar, construir, instalar y operar una estación de descompresión, la cual servirá para llevar el gas natural a los procesos del usuario final, en el municipio de Nextipac, Estado de Jalisco.

El sistema iniciará en la conexión con un tráiler de Gas Natural Comprimido se conectará a través de una manguera flexible de 1" a la Estación de Descompresión de Gas Natural, donde se lleva el acondicionamiento de gas natural a través de distintos módulos, la tubería que se ocupa es de 1.5" de diámetro de acero inoxidable y 1" de Acero al carbón, está última especificación es la que conecta con la red del usuario; a continuación se describen los 7 módulos ya mencionados por los que pasa el gas natural:

- **Módulo de cabezal de descarga automática**

El cabezal de descarga automática consta de dos líneas independientes, cada una equipada con mangueras especiales para GNC, dos válvulas bolas accionadas manualmente, dos válvulas solenoides de alta presión, dos válvulas check sin retorno y transmisores e indicadores de presión. A este módulo se conecta el semirremolque cuando llega a la estación de descompresión, típicamente el GNC se encuentra a una presión normal entre 230 - 250 Bar (la presión inicial depende de diferentes factores, como la temperatura ambiental).

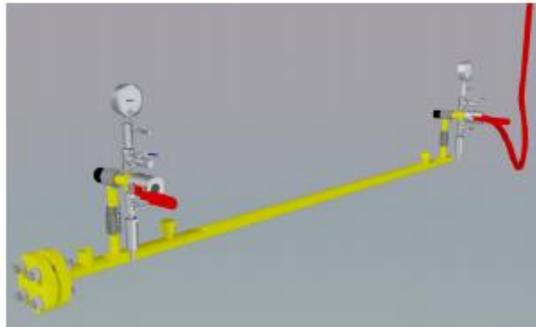


FIGURA 11. CABEZAL DE DESCARGA

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- **Módulo de filtración**

En el módulo de filtración existe 1 filtro para partículas sólidas ubicado en la entrada de la estación y otro más se unirá para gotas líquidas en la salida (tipo coalescente). Ambos están equipados con indicadores de presión diferencial cuando alcance una cierta presión diferencial para indicarle al operador de la estación de descompresión que es necesario un reemplazo del elemento filtrante.

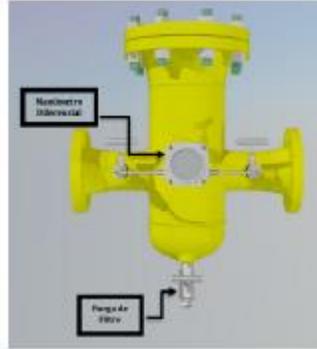


FIGURA 12. FILTRO DE SEGUNDA ETAPA

- **Módulo de calentamiento**

El módulo de calentamiento de llama indirecta consiste en dos intercambiadores de calor antes de cada etapa de regulación de presión, un calentador de agua, cuatro bombas centrífugas de velocidad variable (2 en operación y 2 en stand-by) que recirculan el fluido caliente a través de los intercambiadores con el objetivo de calentar el gas natural antes de cada etapa de regulación para evitar el efecto de congelamiento.

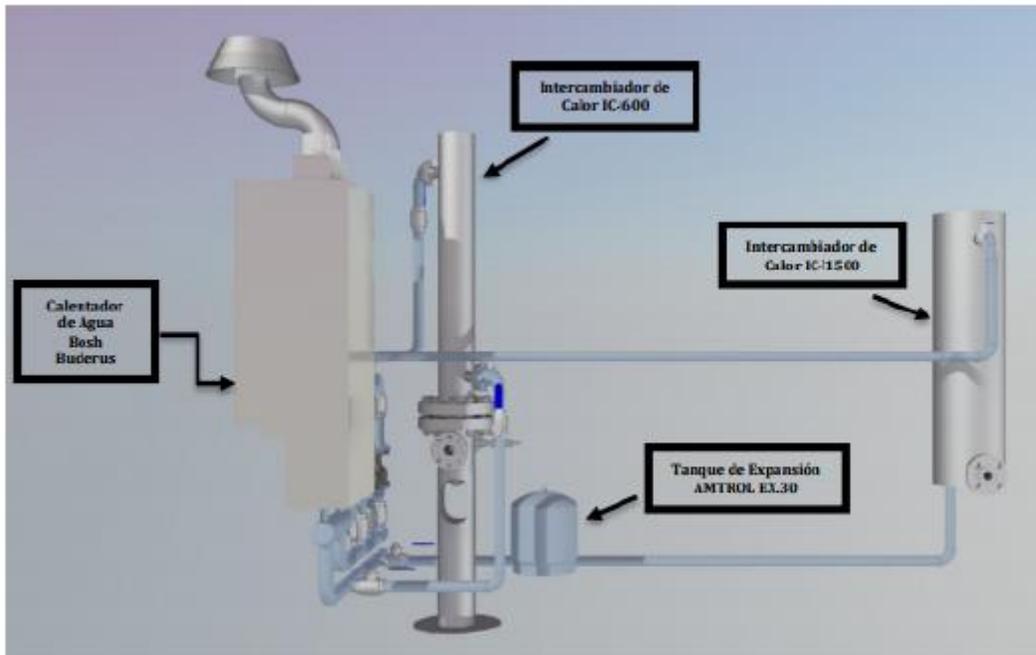


FIGURA 13. MÓDULO DE CALENTAMIENTO

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- **Módulo de regulación de presión (primera etapa)**

El módulo de regulación de la primera etapa consiste en dos elementos principales: regulador de alta presión de gas y válvula de cierre de seguridad por alta y baja presión del gas.

Los dispositivos están diseñados para funcionar con una presión de entrada hasta 300 bar y una presión de salida de 80 bar. Son adecuados para aplicaciones de gas filtrado seco. Los reguladores de presión TA992--SH son del tipo de acción directa, equipados con un cabezal estático cargado a presión como contrapeso de fuerza al diafragma. El obturador está completamente equilibrado para una mayor precisión y capacidad de ajuste. La válvula TA992--SSV es una válvula de cierre de seguridad equipado con un dispositivo de detección de presión que se puede usar para la detección de exceso de presión y/o de baja presión en el sistema.

- **Módulo de regulación de presión (segunda etapa)**

La segunda etapa de regulación consta de un regulador de presión de tipo pilotado, Marca Tormene Modelo TA 956 DFO+SSV con válvula de seguridad integrada con corte por alta y baja presión, conexiones bridadas de 1" ANSI 600. En esta etapa el gas se reducirá de 90 bar a una presión de salida entre 4 y 6.8 bar.

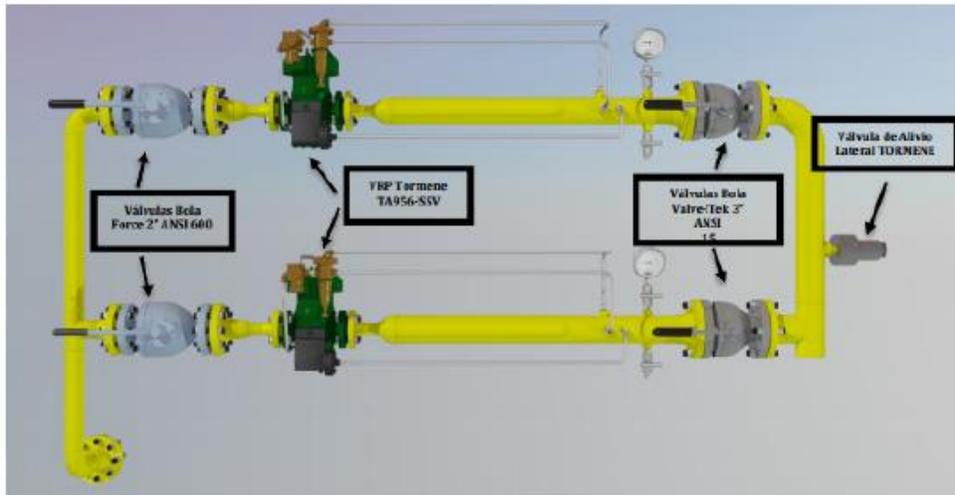


FIGURA 14. MÓDULO DE REGULACIÓN DE PRESIÓN (SEGUNDA ETAPA)

- **Módulo de medición**

Está compuesto por una línea de medición independiente equipada con un medidor tipo turbina marca Flow Meter Group (FMG) FMT- Lx DN80 G160 3" ANSI 150. El medidor estará seccionado con válvulas tipo bola de paso completo, norma de diseño API 6D, 6F; conexiones bridadas de 3" ANSI 150, cuerpo de acero al carbón.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

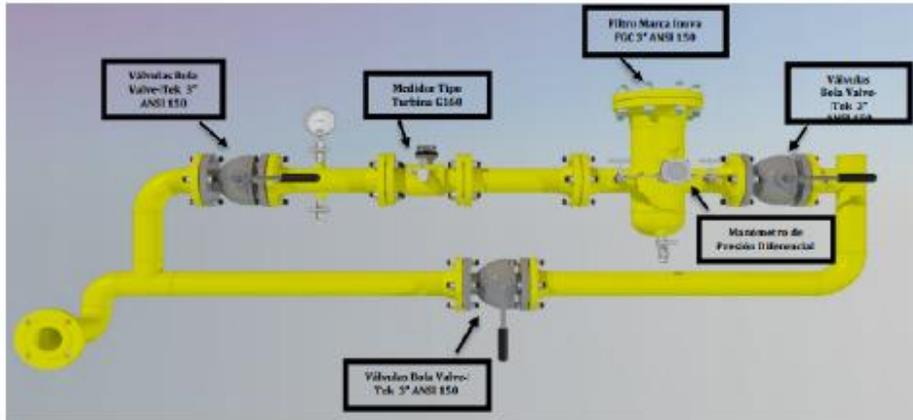


FIGURA 15. MÓDULO DE MEDICIÓN

El sistema de control de la estación por medio de una Unidad Terminal Remota (UTR) permite realizar el control y seguimiento de la seguridad de la estación, y de los parámetros básicos de proceso, así mismo permiten ajustar local y remotamente los parámetros de trabajo a las necesidades del usuario. El sistema de control es local y remoto ya que cuenta con un modem celular GPRS que permite enlazar la estación a un sistema SCADA no solo para monitorear variables sino también para modificar parámetros operativos de la misma, realizar paros remotos, entre otros.

El sistema de control es capaz de producir alarmas y paro por:

- Alta presión del gas natural (entrada, intermedia y salida)
- Baja temperatura del gas natural (intermedia y salida)
- Baja o alta temperatura del agua de refrigeración
- Baja o alta presión del agua de refrigeración
- Detección de explosividad (% LEL)
- Falta de presión en línea de alimentación al módulo de calentamiento
- Alto flujo (indicativo de una fuga)



FIGURA 16. MÓDULO DE CONTROL

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 será diseñada, construida e instalada para entregar a una presión de 3,625 psig con capacidad de 742 MMBTU/día total (21,048 m³/día). A la salida la estación regulará hasta llegar a una presión de entrega de 58 a 98.6 psig (dependiendo requerimientos de usuario).

En la etapa de operación la función principal será la conducción del gas desde la conexión con el tráiler hasta la salida y conexión a red del usuario.

Sustancias Involucradas en el Proceso

A lo largo de la descompresión, la única sustancia con la cual se trabajará será gas natural, en el Anexo 3.1, se agrega la hoja de seguridad de la sustancia.

Reacciones Principales y Secundarias

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 en el Diagrama de Flujo **DFP-NEOMON** y su tabla incluidos en el Anexo 1.1.

TABLA 9. BALANCE DE MATERIA

No	Descripción de Corriente	Estado Físico	Flujo m ³ /hr / MPCSD	Presión Psig / Kg/cm ²	Temperatura °C / F
A	Desde el tráiler a entrada de estación de descompresión	Gas	877 / 742	3,625 / 255	20.00 / 68.00
1	Del punto anterior a salida de la estación de descompresión	Gas	877 / 742	Después de primera regulación 1,305 / 91.8 Después de segunda regulación 98.6 / 6.9	20.00 / 68.00

En lo que respecta a las temperaturas y presiones que se manejarán a lo largo del sistema estas pueden verificarse en el Diagrama de Flujo DFP-NEOMON y su tabla correspondiente incluidos en el Anexo 1.1.

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 de la planta.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

Para este caso y debido a el tipo de instalación la cual es de servicios, se cuenta con el plano de localización, los cuales en conjunto con el Diagrama de Flujo **DFP-NEOMON** servirán para verificar las condiciones y especificaciones de material respectivas, estos planos se encontrarán en el Anexo 1.1 y 1.2. Cabe mencionar que debido al avance del proyecto aún no se cuenta con un Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) final de la estación de descompresión.

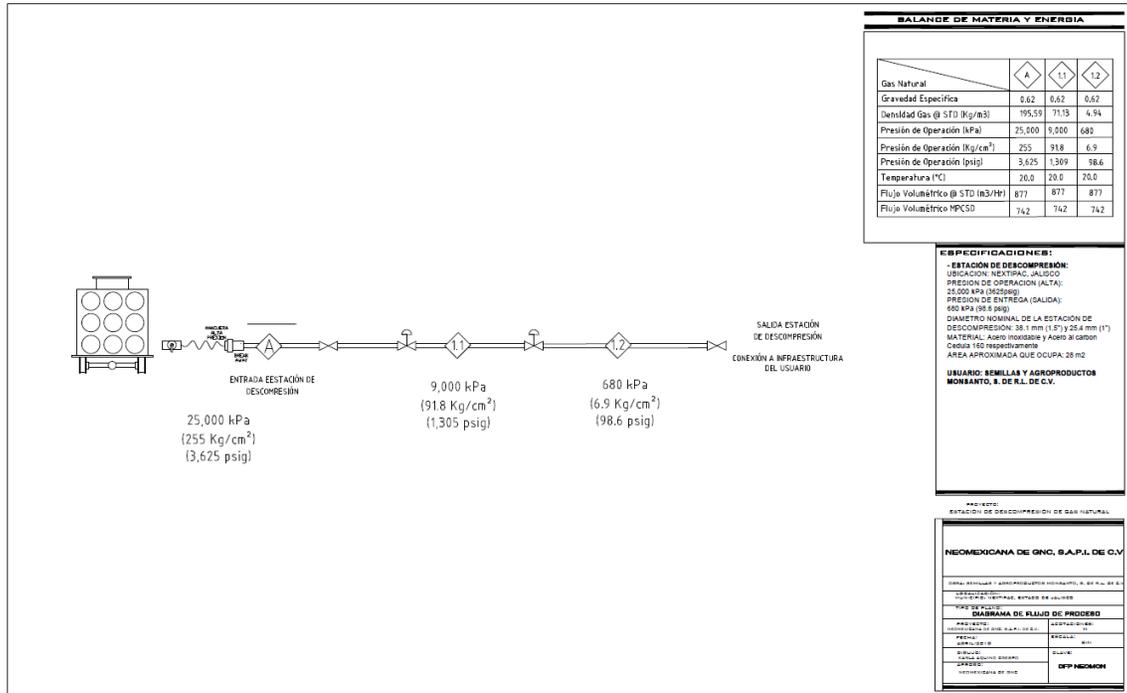


FIGURA 17. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

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 solenoides en la entrada de gas
- 2 - Reguladores de presión primera etapa, Marca Tormene modelo TA- 992 conexiones de 1" NPT ANSI 1500.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- 2 - Válvulas de seguridad de corte por alta y baja presión primera etapa, marca Tormene de 1” 1500 ANSI.
- 2 - Regulador de presión de tipo pilotado segunda etapa, Marca Tormene Modelo TA 956 conexiones bridadas de 1” ANSI 600, con corte por alta presión incorporado.
- 2 - Válvulas de seguridad o alivio de descarga lateral, marca Tormene, fabricada en acero inoxidable, conexión roscada de 1”.
- 1 - Válvula de seguridad o alivio de descarga lateral, marca Taylor, fabricada en acero al carbón, conexión roscada de 1”.
- 2 - Transmisores de nivel de explosividad (LEL) Infrarrojos
- 3 - Botoneras 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 solenoides (SV-01/02) las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia y/o los transmisores que detectan alta concentración de gas.

Posteriormente se cuenta con una válvula de alivio PSV 01, con una presión ajustable a 275 bar , con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión.

La primera etapa de regulación cuenta con línea redundante. Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora (VR-01/02) y una válvula de seguridad por bloqueo (SSV-01/02), esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido). La válvula SSV-01 será ajustada a 104 bar y la RV-01 estará ajustada para regular a 85 bar , mientras la SSV-02 será ajustada a 105 bar y la RV-02 estará ajustada para regular a 84 bar .

En la salida de la primer etapa de regulación se encuentra ubicada la valvula de alivio PSV-02 , con una presión de ajuste de 110 bar . Para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea. La segunda etapa de regulación cuenta con línea redundante. Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora (VR-03/04) y una válvula de seguridad por bloqueo (SSV-03/04) integrada en el mismo cuerpo de la válvula. La válvula SSV-03 será ajustada a 8 bar y la RV-03 estará ajustada para regular a 7 bar , mientras la SSV-04 será ajustada a 9 bar y la RV-04 estará ajustada para regular a 6 bar .

En la salida de la segunda etapa de regulación se encuentra ubicada la valvula de alivio PSV-03 , con una presión de ajuste de 10 bar . Para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea. Posteriormente se conecta la salida de la EDGN a la red interna de Gas natural del usuario final.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

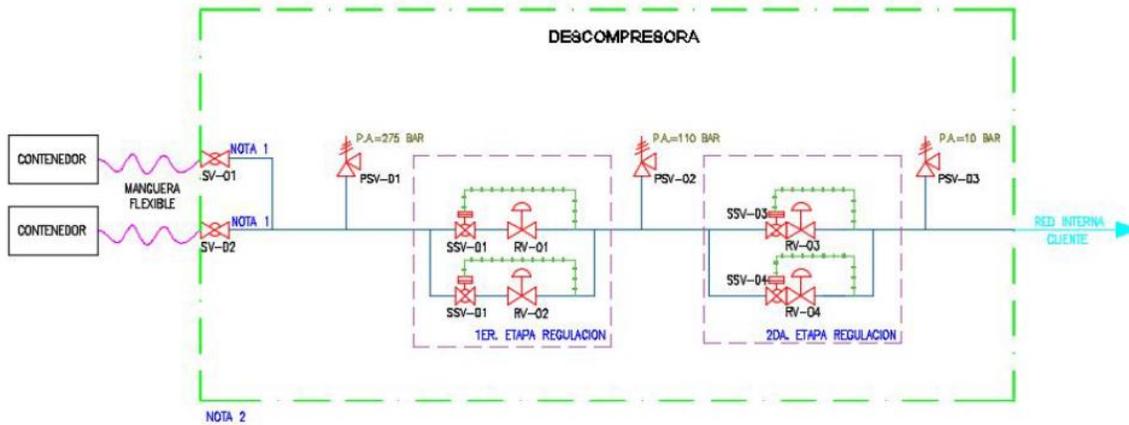


FIGURA 18. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD DE LA EDGN

Accesorios y aditamentos:

Los tubos, válvulas, bridas y conexiones roscadas (ya que es tubing de acero inoxidable) 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 la **NOM-010-ASEA-2016**.

Lista de Materiales

A continuación, se lista las válvulas y accesorios que conforman la estación de descompresión:

TABLA 10. EQUIPOS Y ACCESORIOS

Descripción	Cantidad
Transmisores e indicadores de presión	6
Filtro para partículas sólidas	1
Filtro coalescente	1
Intercambiadores de calor	4
Regulador primera etapa	2
Regulador segunda etapa	2
Medidor tipo turbina	1
Unidad Terminal Remota (RTU)	1
Válvulas solenoides	2
Válvulas de seguridad por corte alta y baja presión primera etapa	2
Válvulas de alivio de descarga lateral acero inoxidable	2
Válvula de alivio de descarga lateral acero al carbón	1
Transmisores de nivel de explosividad	2
Botoneras por paro de emergencia	3

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Salvaguardas Principales de la Estación:

- La estación de descompresión y medición se ensambla en un patín y se encuentra alojada dentro de un gabinete 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 botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.
- En la entrada de la descompresora se cuenta con válvulas solenoides (SV) que bloquearan la entrada de gas a la descompresora cuando se accione las botoneras de paro por emergencia y/o por alta concentración de gas.
- En la 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), después se disparará el corte por sobrepresión o baja presión(SSV) sólo en la línea donde presente el problema. La segunda 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:

TABLA 11. 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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 el programa de verificación general del sistema, sin embargo, este apartado se complementa con la información establecida en el Estudio de Riesgo Ambiental que se entrega adjunto a este documento, ya que 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 módulo 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

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 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 siguientes acciones:

- **Al menos una vez al año**
 - Verificar la hermeticidad de los reguladores de primera etapa
 - Verificar la hermeticidad de la válvula Slam-Shut
 - Verificar la hermeticidad de los reguladores y SSV de la segunda etapa
 - Verificar la presión diferencial de los filtros de alta y baja presión, cambiar elemento filtrante de ser necesario

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- Verificar la hermeticidad del medidor turbina
- Verificar el estado operativo y hermeticidad de los intercambiadores de calor

De forma extraordinaria, estas actividades serán realizadas adicionalmente a los tres y seis meses de haber puesto en marcha la EDGN.

- **Al menos una vez cada dos años**
 - Verificar la hermeticidad de los reguladores de primera etapa
 - Verificar la hermeticidad de la válvula Slam-Shut
 - Verificar la hermeticidad de los reguladores y SSV de la segunda etapa
 - Verificar la presión diferencial de los filtros de alta y baja presión, cambiar elemento filtrante de ser necesario
 - Verificar la hermeticidad del medidor turbina
 - Realizar la recalibración del medidor turbina
 - Verificar el estado operativo y hermeticidad de los intercambiadores de calor

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

Se realizarán trabajos de limpieza y deshierbe en cercas perimetrales y puertas de acceso, de tal manera que el acceso a las instalaciones siempre esté en óptimas condiciones.

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, contemplando lo requerido 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 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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 19 y 20).

Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704

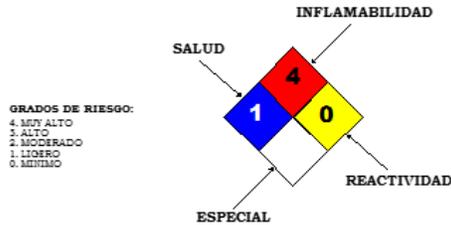


FIGURA 19. ROMBO DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA NFPA-704

CLP Símbolo : 

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 20. VISTA LATERAL DEL EQUIPO DE DESCOMPRESIÓN

III. Descripción del Entorno

La EDGN estará ubicada dentro de la planta del usuario final. Una fracción de la planta está asentada en los límites de la comunidad urbana denominada Nextipac; mientras que otra fracción de la planta se considera fuera de la comunidad urbana y se encuentra rodeada de terrenos agrícolas. Es en esta última fracción es donde se pretende instalar la EDGN, tal como se muestra en la Tabla 12. Por su parte, la Figura 21 muestra los puntos considerados en la Tabla 12.

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

TABLA 12. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (13 Q)		Perímetro [m]	Área [m ²]
	Longitud	Latitud	X	Y		
A					66.4	250
B						
C						
D						
Centro						

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

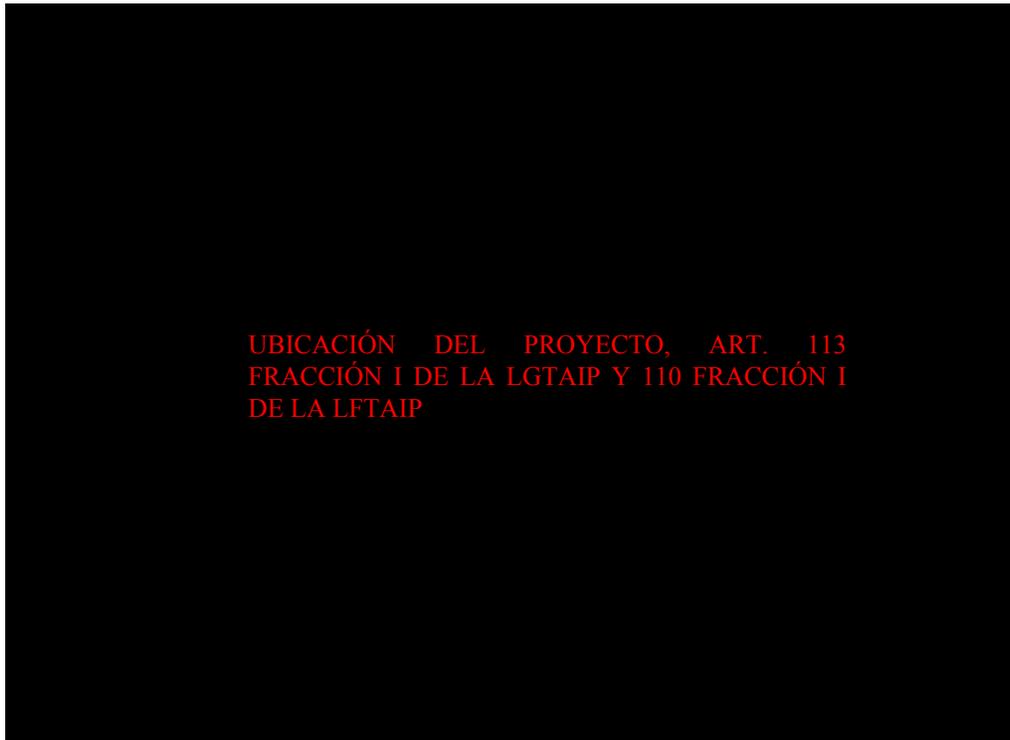


FIGURA 21. UBICACIÓN DEL PROYECTO (DETALLE)

Fuente: Elaboración propia

El proyecto se realizará desde la conexión con manguera flexible con un tráiler y hasta la salida de la estación de descompresión, dentro de los terrenos de Monsanto, el proyecto se encuentra en el municipio de Nextipac, Jalisco, por lo cual se analizaron las colindancias de la estación, esto de la siguiente manera:

- Hacia la zona Sur del proyecto, localizamos un camino pavimentado destinado esencialmente para la entrada a los terrenos de la empresa. El resto del área colindante está conformada por terrenos para cultivo sin producto alguno pertenecientes al municipio; después de algunos cientos de metros se localiza una avenida la cual lleva al centro de Nextipac, sin embargo, al cruce de esta tenemos la misma situación de terreno.
- Hacia el Oeste de la estación, es donde se presenta una mayor interacción con diversos actores: en primera instancia se encuentran estacionamientos, centro deportivos y entrada de la empresa Monsanto, así como la presencia de casas-habitación y la autopista La Venta – Nextipac. Al cruce de esta autopista localizamos el centro urbano del municipio de Nextipac, el cual está conformado por casas-habitación, escuelas, y asentamientos comerciales.
- Hacia el Este, se da el mismo caso que en dirección Sur, al estar rodeado por terrenos para cultivo y terrenos baldíos, alguna pequeña zona boscosa y pocas naves industriales posterior a 500 metros.
- Hacia el Norte se ubican naves de gran tamaño de la misma empresa, y posterior a estas son varios metros de terrenos para cultivo o baldíos.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

En resumen, la estación de descompresión se encuentra rodeada y colindando en su mayoría con Lotes o terrenos baldíos y para cultivo, solo en dirección Oeste es donde se localiza una gran mancha urbana conformada por escuelas, asentamientos comerciales, residenciales, entre otros.

- La presente obra pretende proporcionar a la empresa donde se ubicará, del suministro del hidrocarburo (gas natural), permitiéndoles así contar con la flexibilidad de usar un combustible más limpio y de esta forma reducir sus emisiones al ambiente, a través de una estación de descompresión.
- El área que ocupará la estación de descompresión será de aproximadamente 250 m², de acuerdo con la opción de polígono seleccionado, y no será necesario derribar árboles o algún otro tipo de vegetación. Así mismo, en la Manifestación de Impacto Ambiental, se mencionan los impactos que se podrían generar, además de las medidas de mitigación que corresponden a esto.
- La estación de descompresión tendrá una presión de operación de entrada de 3,625 psig (255 Kg/cm²) y una presión de operación de salida de 58 – 98.6 psig (4.07 – 6.11 Kg/cm²).
- El proyecto cumple con los requisitos señalados en la **NOM-010-ASEA-2016** Gas Natural Comprimido, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de agosto de 2017. A su vez, la infraestructura se apoyará para el diseño, construcción y operación se apoyará en esta norma.

Debido a que solo se trata de una estación de descompresión y el área donde se instala es menor, por lo que tiene muy pocas colindancias significativas, hablando de aspectos ambientales y/o sociales, en la tabla siguiente se muestra esto:

TABLA 13. 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	Camino de Acceso a Empresa	Es el camino principal de llegada a la empresa que consumirá el combustible	6
	Estacionamiento y patio interno de la empresa	Es donde los trabajadores de la empresa alojan sus vehículos	34
	Infraestructura del usuario	Edificios de la empresa	100

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Resumen Ambiental

El estado de Jalisco cuenta con un Ordenamiento Ecológico Territorial Estatal, el cual divide al estado en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), sin embargo, dada la superficie y el tipo de proyecto, no se consideró adecuado delimitar el Sistema Ambiental (SA) a la UGA estatal al ser demasiada extensa comparada con la superficie de la planta donde se ha de realizar el proyecto. Por otro lado, existe también un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Zapopan, el cual también divide en UGAs al municipio y es más específico al abarcar una menor superficie territorial dentro del estado.

De acuerdo con la ubicación el proyecto y la superficie de las UGAs municipales, se consideró pertinente delimitar el SA al área conjunta en las UGAs municipales 11U y 23U, las cuales tienen una política de aprovechamiento. El uso de suelo está identificado como pastizal y agrícola en la mayor parte del sistema, además de un área urbana (la cual corresponde a la comunidad de Nextipac). En las áreas identificadas como de pastizal y agrícola, existen, además, asentamientos humanos y diversos caminos en la zona.

El SA se ubica en la Subprovincia fisiográfica “Guadalajara” la cual forma parte de la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico”. Las características geomorfológicas de la zona corresponden a lomerío y mesetas. En la mayor parte del sistema (y en donde se ubica el proyecto) no existen formaciones rocosas, es decir, el suelo no se ha consolidado en roca; y en menor proporción existe la unidad cronoestratigráfica de clase ígnea extrusiva.

El clima en la zona es Templado subhúmedo en su totalidad [(A)C(w1)(w)]. Respecto a la hidrología, el SA forma parte de la región hidrológica 12 “Lerma-Santiago”, ubicado en la cuenca hidrológica “R. Santiago Guadalajara” y la subcuenca “R. Verde-P. Santa Rosa”. De acuerdo con las capas de información del INEGI, sólo se localizan corrientes de agua intermitentes en el SA, el proyecto no atraviesa por ninguna de éstas.

Debido a que no existen estaciones meteorológicas/climatológicas cercanas al trazo del proyecto que proporcionen la información reciente necesaria para realizar el análisis de viento, se consideraron las 2 estaciones más próximas al sitio del proyecto, ambas operadas por la CONAGUA, una EMA y una ESIME. Los datos obtenidos corresponden a las mediciones del 5 de enero al 16 de abril de 2018, tal como se muestra a continuación:

TABLA 14. VALORES PARA LA ESIME.

ESTACIÓN	Valor	T. del aire (°C)	Radiación global (W/m ²)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
ESIME Guadalajara	Máximo	34.80	1,174.00	100.00	5.00
	Promedio	18.61	228.13	50.59	0.0031
	Mínimo	2.70	-1.00	7.00	0.00

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Dirección de viento y ráfaga

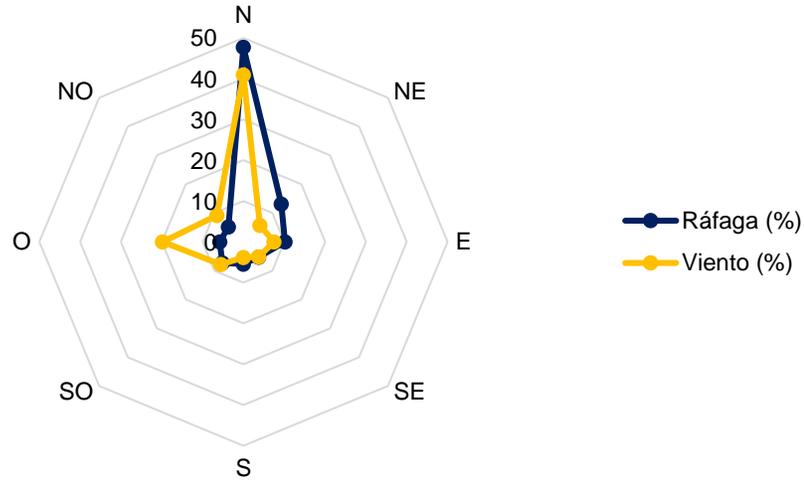


FIGURA 22. GRÁFICA DE DIRECCIÓN DE VIENTO Y RÁFAGA (ESIME GUADALAJARA).

TABLA 15. VALORES PARA LA EMA.

ESTACIÓN	Valor	Rapidez de ráfaga (Km/h)	Rapidez de viento (Km/h)	Radiación solar (W/m ²)	Humedad relativa (%)	Precipitación promedio (mm)	Valor
EMA La Primavera	Máximo	54.00	18.30	1,063.00	100.00	1.40	Máximo
	Promedio	12.16	5.03	196.41	41.61	0.0009	Promedio
	Mínimo	1.80	0.20	0.00	4.00	0.00	Mínimo

Dirección de viento y ráfaga

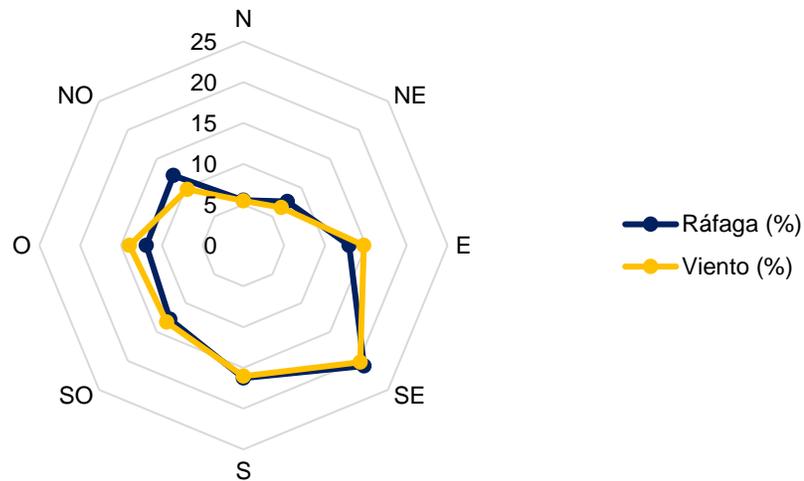


FIGURA 23. GRÁFICA DE DIRECCIÓN DE VIENTO Y RÁFAGA (EMA LA PRIMAVERA).

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Para la estación ESIME Guadalajara, la dirección tanto el viento como de ráfaga es hacia el norte, mientras que para la EMA La Primavera predominan en dirección sureste.

El municipio de Zapopan se encuentra en la zona sísmica B/C; éstas son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% e la aceleración del suelo. Así mismo, no existen fallas y/o fracturas geológicas en sus límites, encontrándose la falla más cercana a una distancia de 10.7 Km al norte de la ubicación del proyecto.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

IV. Análisis Preliminar de Riesgos

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

- Una lista de verificación bajo 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.

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 4.6.1.

- 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
- 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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

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 4.6.1 se podrá encontrar el archivo completo de la lista de verificación:

TABLA 16. EJEMPLO DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN

NOMBRE DEL DOCUMENTO	Lista de Verificación	PROYECTO:	ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN DE GAS NATURAL EN SAN MIGUEL EL ALTO, JALISCO	
NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016 GAS NATURAL COMPRIMIDO			VERIFICO	ING. KARLA AQUINO CRESPO
UBICACIÓN:	ESTADO DE JALISCO			
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		

Antecedentes de Accidentes e Incidentes

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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

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 Neomexicana 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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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:

TABLA 17. 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	71	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	75	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
Agua Calientes	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 Jalisco, se encuentra registrado en la 12ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (13 – 38) fueron desde 2011 a 2014.

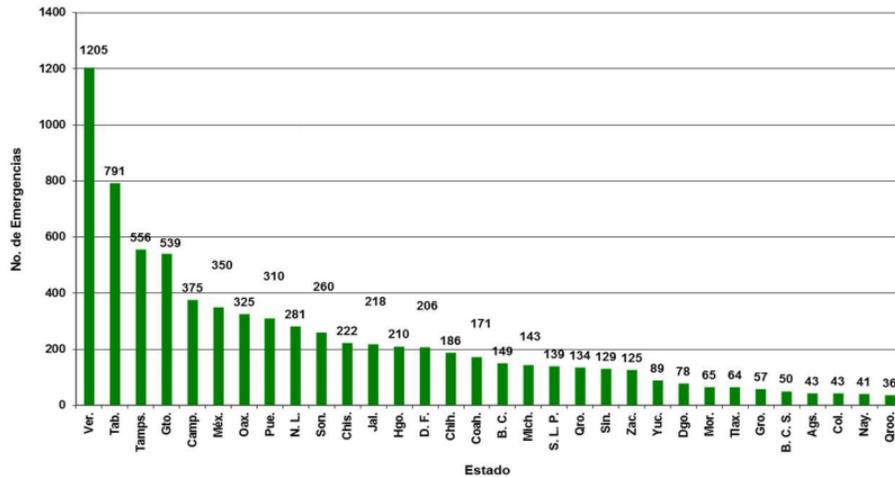


FIGURA 24. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

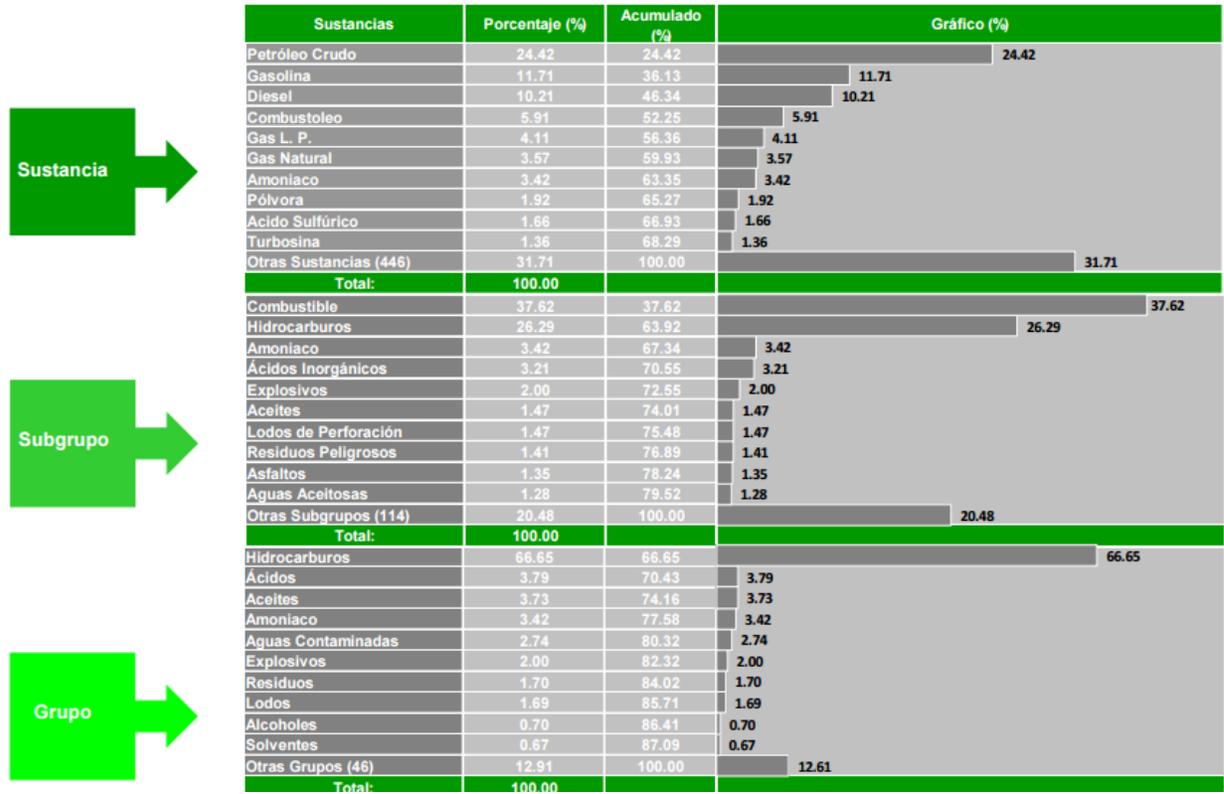
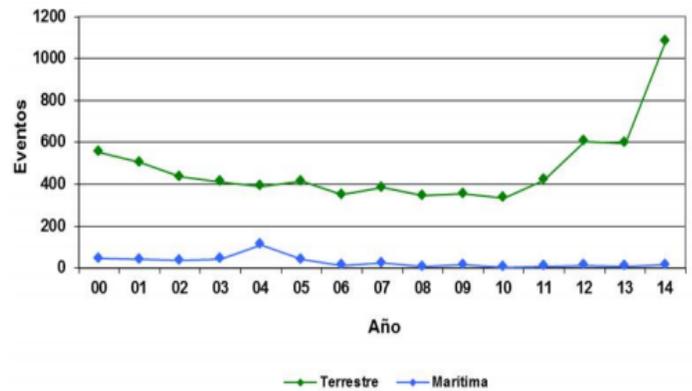


FIGURA 25. SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EMERGENCIAS

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	98.4	9	1.4
2014	1095	1080	98.6	15	1.4
Total:	7690	7171	94.5	419	5.5



“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

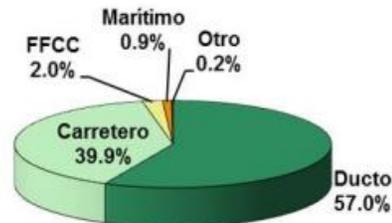
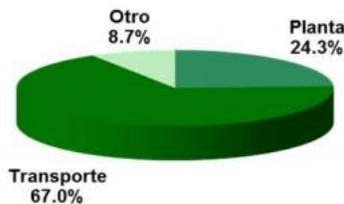
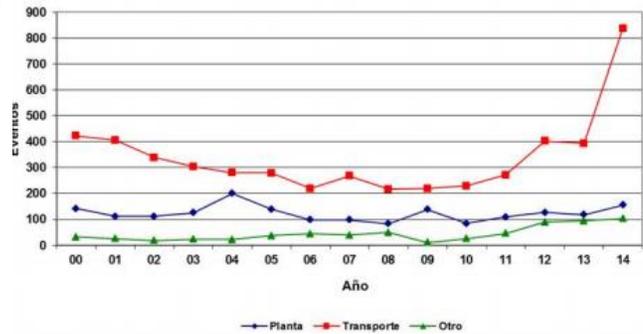
Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.4	35	5.9	6	1.0
2001	544	50	9.2	455	83.6	14	2.6	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	485	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	8.5	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	8.8	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 26. 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

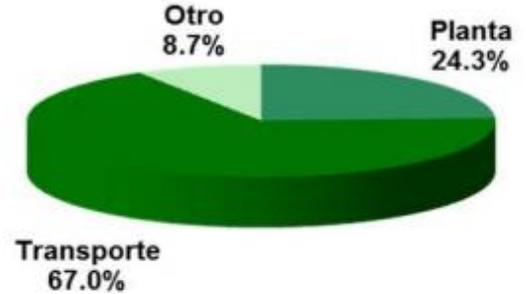


FIGURA 27. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA (PERÍODO 2000 – 2014) NÚMERO, UBICACIÓN Y MEDIO DE TRANSPORTE DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA.

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 diésel, el combustóleo, el amoniaco y el Gas L.P.

a) 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 28. 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.

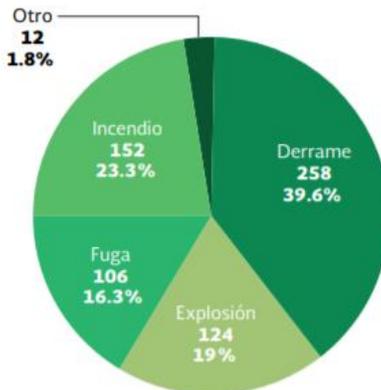


FIGURA 29. EMERGENCIAS NOTIFICADAS EN 2017: TOTAL DE EMERGENCIAS 652

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



FIGURA 30. 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.

b) Identificación de las Causas de los Accidentes

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 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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

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.

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.
- 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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

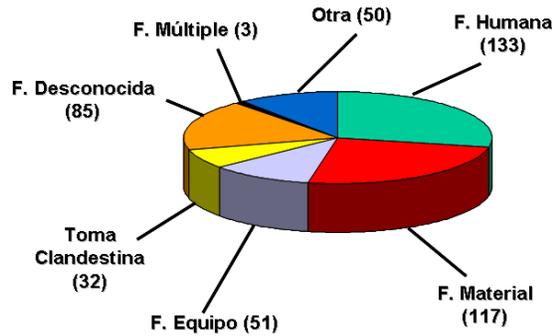


FIGURA 31. TIPOS DE FALLA

Fuente: Página electrónica www.profepa.gob.mx
 Fecha de consulta: Julio 2010.

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

TABLA 18. 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	Evento histórico (No se cuenta

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

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;
- Daño por excavaciones por terceras partes;
- Fuerzas externas desconocidas;
- Otras.

La línea propuesta 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 del a OPS. La tabla muestra la probabilidad relativa de diferentes causas respecto a todas las causas identificadas en el Reporte GRI del año 2001.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 19. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS CAUSAS DE FALLAS 1985-1999

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

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

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.

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 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Internacionales que apliquen. 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 suministro y 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, para suministro a la planta, ubicado en el municipio de Nextipac, Estado de Jalisco**, se sujetará a una evaluación del cumplimiento estricto con respecto a las especificaciones marcadas en la normatividad técnica vigente.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Índice de Mond

Toda la descripción de la metodología se encuentra en el Anexo 4.4. Los resultados de la aplicación de esta metodología se encuentran en el Anexo 4.6.2.

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 20. RESULTADOS ÍNDICES DEL SISTEMA

Índice	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente	D	175.58	Muy Extremo
Índice de Riesgo de Incendio	F	0.1868	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna	E	4.1	Alto
Índice de Riesgo de Explosión Aérea	A	3.97	Ligero
Índice Global de Riesgo	R	299.57	Moderado

TABLA 21. RESULTADOS ÍNDICES CON REDUCCIÓN

Índice con Reducción	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente Reducido	D_R	103.05	Alto
Índice de Riesgo de Incendio Reducido	F_R	0.07340	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna Reducido	E_R	2.1	Bajo
Índice de Riesgo de Explosión Aérea Reducido	A_R	0.02	Ligero
Índice Global de Riesgo Reducido	R_R	25.34	Bajo

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Conclusión de análisis preliminar

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

- Antecedes 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.

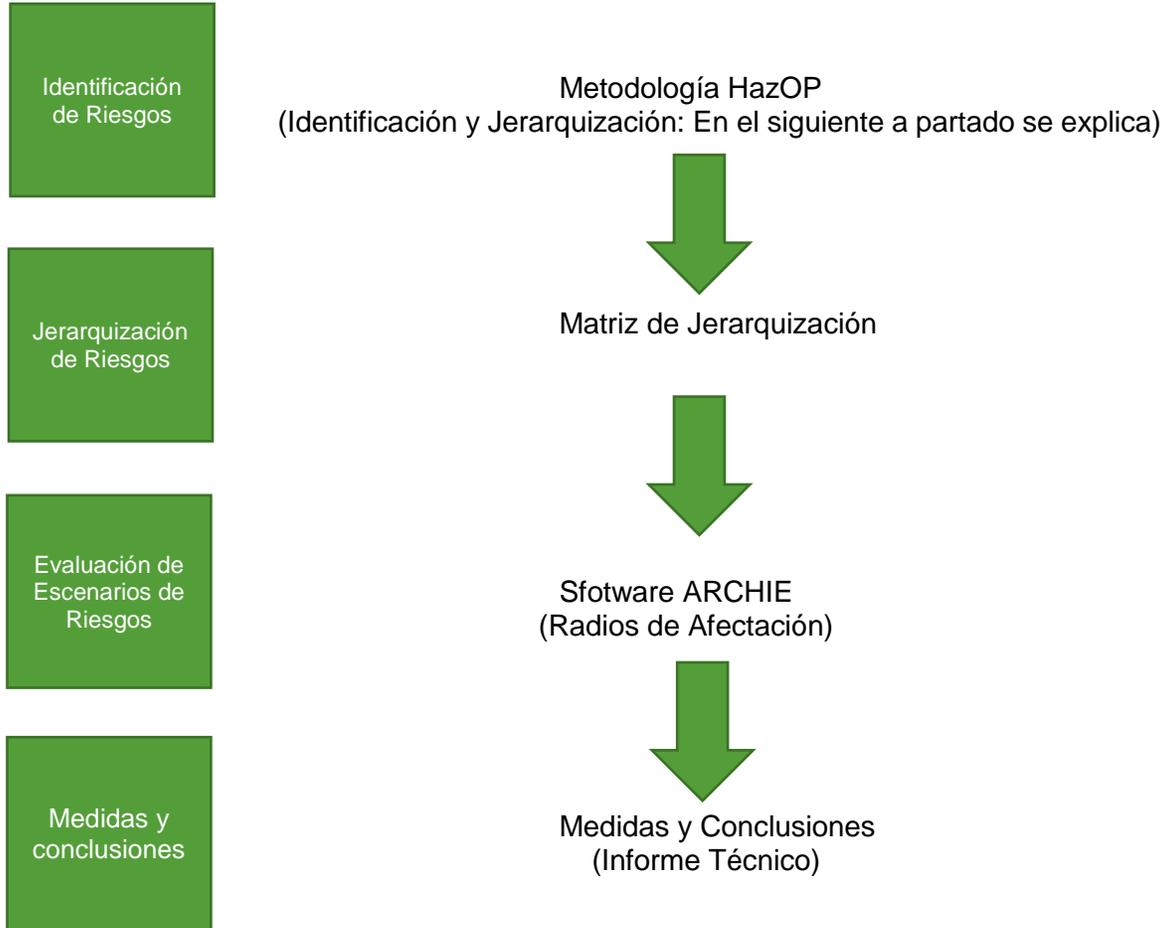
- Índice Mond: De esta metodología solo se obtuvo un riesgo cuantitativo general de la instalación, considerandolá como una sola instalación, el cual es categorizado como Bajo, debido a todas las bonificaciones que se dieron gracias a la salvaguardas del sistema.

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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Siguientes metodologías

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



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.

En términos generales, los métodos existentes* varían en nivel de complejidad y requieren de distintos tipos de datos, experiencia y herramientas tecnológicas; por lo tanto, producen

* 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

Criterios considerados para la evaluación de los Factores de Riesgo.

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

- Conexión con tráiler
- Estación de descompresión
- Módulo de medición y Conexión con infraestructura de usuario
- Flujo
- Mantenimiento
- Sistemas de Seguridad
- Administración
- Presión
- Temperatura
- Nivel.

Las variables de proceso que se aplicaron fueron:

V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos

Para este punto se seguirá el siguiente proceso:

1. Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de descompresión
2. 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
3. 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.
4. 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.

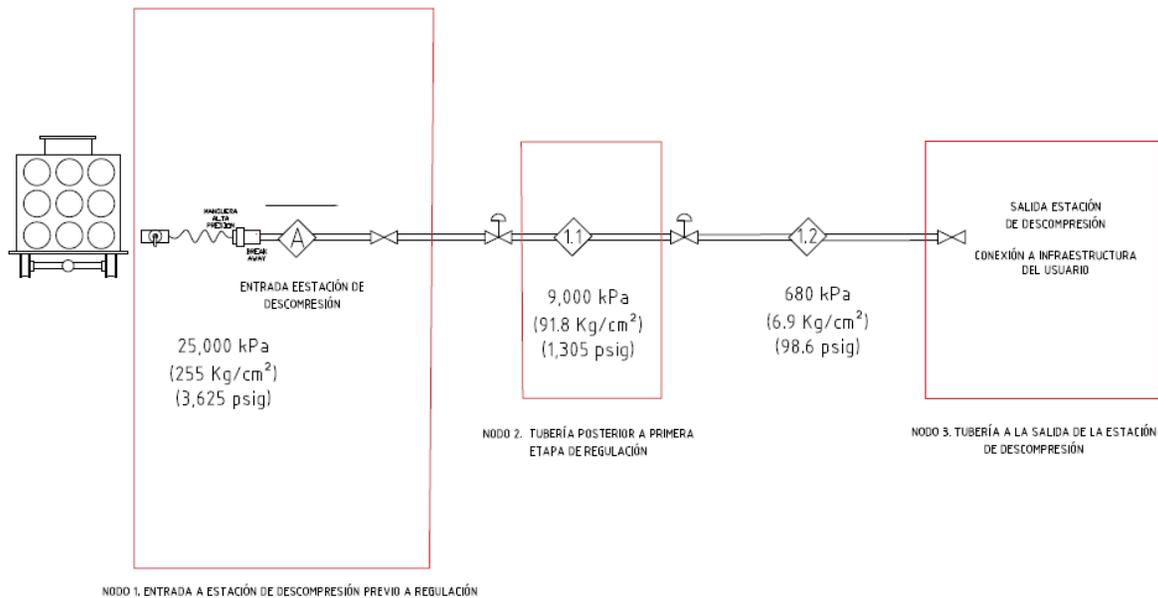
“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 especifico, 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 segundo regulador
- Nodo 3: De la salida del segundo regulador a la salida al usuario (pasando por la 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 lados los reguladores es donde se hace un cambio en la presión y que es la variable principal en este tipo de sistemas.

En el Anexo 1.1 y a continuación se muestra un diagrama de flujo DFP-EDCHA donde se puede ver la división de Nodos:



El nodo 1 cabe mencionar que viene desde la conexión con el tráiler.

El nodo 2 es de la tubería posterior a la primera etapa de regulación.

El nodo 3 es la tubería posterior a la regulación y a la salida de la estación de descompresión

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

V.1 Análisis cualitativo de riesgo

V.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Metodología HazOp

Esta técnica de análisis de riesgo cuestiona cada una de las partes críticas del proceso para descubrir desviaciones probables en éste, que pueden originar riesgos al personal, al proceso o a las instalaciones, a través del análisis sistemático de las causas y consecuencias de las desviaciones mediante “palabras guía”.

Para la hoja de trabajo propuesta, se propone que sea cualitativa y cuantitativa con el fin de cumplir con los requisitos de la guía, de forma cualitativa se verifican los posibles riesgos que afronta cada nodo de la estación, donde se observa desde la desviación, causa y consecuencias; en la parte cuantitativa se podrá verificar la frecuencia, exposición, consecuencia y magnitud de cada posible riesgo identificado, con esta hoja de trabajo del HazOp no solo se podrá identificar los riesgos, si no también jerarquizar.

De esa forma, a continuación, se muestra el desarrollo de las citadas metodologías, aplicada a la sustancia de interés:

Para su aplicación, se partió de considerar a todo el proyecto como un sistema; el cual se dividió en los nodos mencionados anteriormente, que fueron analizadas independientemente con la finalidad de detectar las posibles desviaciones que se pudieran presentar; así como sus causas, efectos y alcance; en función de las características de operación, del equipo involucrado, de los posibles factores externos y fenómenos naturales que pudieran influir en la desviación de su funcionamiento o condiciones normales.

Las “Desviaciones” son cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de palabras claves (que pasa sí se reduce, sí se aumenta, sí se para, sí se arranca, sí se rompe, sí se descompone, etc.).

Las “Causas” son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones, cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Las “Consecuencias” son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran las desviaciones.

Posteriormente, en función de la cantidad de material peligroso manejado y como consecuencia del alcance de las consecuencias, de cada parte del sistema, se procedió a calificar la magnitud de las consecuencias de las posibles desviaciones de cada parte del sistema, la cual se da con el producto de la Probabilidad (P) por la Exposición (E) por las Consecuencias (C) y se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{MR = P \times E \times C}$$

También se calificó cada parte del sistema en cuanto a la probabilidad de ocurrencia de sus desviaciones, y por consiguiente de sus consecuencias, de acuerdo a los antecedentes

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

de riesgo registrados y de la facilidad con que podrían ocurrir. Mediante los siguientes valores:

TABLA 22 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

	CALIFICACIÓN
PROBABILIDAD DE RIESGO	
Virtualmente imposible (que prácticamente no ocurre)	0.1
Poco probable, pero posible (que puede ocurrir)	3.0
Muy probable (que puede ocurrir frecuentemente)	6.0
Altamente probable (que sí ocurre)	10.0
FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN	
Exposición mínima	0.1
Raro (unas pocas veces al año)	1.0
Ocasional (semanalmente)	3.0
Continuo (frecuente, diario)	10.0
DESCRIPCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS	
No graves (sin lesión alguna, casi nada de daño material)	0.5
Apenas graves (lesiones tratadas con primeros auxilios)	1.0
Seria (lesión incapacitante y daños materiales por un monto de 365 días de salario mínimo para el D.F.)	7.0
Desastre (de una a cinco defunciones y daños materiales por un monto de hasta 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	40
Catástrofe (más de cinco defunciones y daños materiales por un monto mayor de 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	100

Para esta metodología se consideraron los elementos identificados por los cuales se generan riesgos en los Antecedentes e Incidentes del análisis preliminar.

Resultado de la aplicación de dicha metodología se obtuvo una matriz con 11 columnas, correspondientes a la palabra guía/parámetro de ingeniería y proceso, desviación probable, causas posibles de desviación, consecuencia de la desviación, alcance de las consecuencias, valore de probabilidad, exposición, consecuencias y magnitud y finalmente la acción recomendada. La siguiente tabla ejemplifica la matriz resultante, la cual puede ser consultada de forma completa en el Anexo 4.7.1.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 23 EJEMPLO HOJA DE TRABAJO HAZOP

PALABRA GUÍA / PARÁMETRO DE ING. Y PROCESO	DESVIACIÓN PROBABLE	CAUSAS POSIBLES DE DESVIACIÓN	CONSECUENCIAS DE LA DESVIACIÓN	ALCANCE DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS	MAGNITUD	ACCIÓN RECOMENDADA
NODO 1. ENTRADA A ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN									
NO MANTENIMIENTO	1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	- Falta de revisión de sucesos que dañan en instalación.	- Baja probabilidad de fugas. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	- Daño a instalación (principalmente), daño a personal, daño atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	3.0	1.0	9.0	Para esto es necesario programar y revisar el cumplimiento de mantenimiento correspondiente.
	1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	- Detección fuera de tiempo de corrosión y fractura en líneas de combustible.	- Fractura de material debido a debilitamiento. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes debido a posibles fugas.	- Daño a personal, instalación, daño a la atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	7.0	2.1	Programar, supervisar y realizar el mantenimiento de tuberías, así como estar en constante supervisión de su estado.
	1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	- No se puede dar mantenimiento, y retraso del mismo, en la instalación.	- Fractura de líneas por falta de reparación. - Fugas. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	- Daños a instalación. Posible daño a personal y atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	0.1	1.0	1.0	0.1	Es necesario realizar revisiones plasmando a su vez en una bitácora dicha revisión como evidencia.
	1.4.- Cuando se detecta una fuga, se soluciona únicamente ese problema, sin mayor inspección.	- Existencia de daño a línea o accesorio en conexión sin su detección oportuna.	- Fractura de material, por corrosión en algún otro punto - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes, por fugas en algún otro punto	- Daño de instalación, y personal. Daño a la atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	1.0	3.0	Realizar la inspección correspondiente.
NO FLUJO	1.5 Ausencia de flujo de gas natural	- Fallo de válvula de corte en la estación. O mala conexión	- Falta de combustible al usuario	- Paro de equipos que necesiten el combustible. Muy posible paro de planta.	3.0	1.0	0.5	1.5	Apegarse a los manuales de procedimiento de los equipos y accesorios para una operación adecuada.
	1.6.- Fuga de gas en línea de llegada a estación	- Riesgo de formación de nubes y acumulamiento de gas	- Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes.	- Daños a personal, daños a caseta, muy probable al exterior. Daño al ambiente.	3.0	0.1	7.0	2.1	
SUBTOTAL 2.1					15.1	6.1	23.5	17.8	

Posteriormente, de la matriz anterior se identificaron **los casos o posibles fallos (eventos) más críticos** en cada uno de los tres nodos propuestos en el sistema y se jerarquizarán con la matriz de jerarquización más adelante mostrada.

Como resultado de lo anterior se obtuvo la siguiente tabla de resumen de resultados de la aplicación de la metodología HAZOP, donde se muestran los tres nodos de importancia (y con los cuales se trabajará todo el estudio) y su magnitud y probabilidad, tanto por nodo como por evento principal.

TABLA 24. RESULTADOS FINALES HAZOP

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
1. Entrada a estación de descompresión previo a regulación	45.7	18.6
Evento por nodo 1	Por evento	
	Magnitud	Probabilidad
1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	9.0	3.0
1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	2.1	3.0
1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	0.1	0.1
1.7.- El montaje de líneas y accesorios es deficiente.	0.3	0.1
1.8.- Las temperaturas y presiones de operación exceden las de diseño de tuberías y accesorios.	2.1	0.1
1.10.- Falta de señalamiento e identificación de la estación de descompresión	0.3	0.1

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
2. Tubería de la estación de descompresión posterior a primer regulador	40.8	21.5
<i>Evento por nodo 2</i>	Por evento	
	Magnitud	Magnitud
2.1.- Deterioro de líneas y accesorios de regulación (válvulas) de gas.	2.1	3.0
2.2.- Fuga de gas en tubería	2.1	3.0
2.3.- Congelamiento de línea de gas natural	1.5	3.0
2.7.- Falta de supervisión de buen estado de reguladores y válvulas de seguridad	2.1	0.1
2.8.- Falta de sistemas de corte de flujo rápido	0.7	0.1
2.9.- Falta de mecanismo de filtro antes del cabezal de regulación	0.15	0.1
Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
3. Tubería a la salida de la descompresora	31.9	15.4
<i>Evento por nodo 2</i>	Por evento	
	Magnitud	Magnitud
3.4.- Cuando se detecta una fuga, se soluciona únicamente ese problema, sin mayor inspección.	2.1	3.0
3.5 Falla en intercambiadores de calor	0.3	3.0
3.6.- Falla en etapa de regulación	0.3	3.0
3.9.- Falta de válvula de seccionamiento a la salida de la descompresora	2.1	0.1

También se puede observar que después de identificar y jerarquizar los nodos con esta metodología, los posibles fallos que más riesgos atraen son los siguientes:

- 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

Estos fallos se meterán a la matriz de jerarquización, con el fin de verificar por nodo cual es la consecuencia de cada uno y poder plantear escenarios de riesgo a modelar y evaluar.

También se pueden observar con esta metodología el nivel de Riesgo de Cada Nodo: Tolerable, No Tolerable y/o ALARP (Tan Bajo como sea Razonablemente Posible).

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 4.4, 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 25. 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 mantenimiento *No supervisión ni procedimientos	
Remoto		*Fuga de Gas Natural *Fracturas de material *No existen sistemas ni atención a emergencias	*No existe capacitación	*Ausencia de Flujo
Improbable	*Condiciones de operación excedidas			

TABLA 26. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 2 (TUBERÍA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN POSTERIOR A PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				
Remoto		*Fuga de Gas Natural *Fracturas de material	*No mantenimiento *No supervisión ni procedimientos	*Ausencia de Flujo
Improbable		*Condiciones de operación excedidas	*No existe capacitación *No existen sistemas ni atención a emergencias	

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 27. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 3 (SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN POSTERIOR A REGULACIÓN Y PREVIO A CONEXIÓN CON INFRAESTRUCTURA DE USUARIO).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				
Remoto			*Fuga de Gas Natural *Fracturas de material *No mantenimiento *No supervisión ni procedimientos	*Ausencia de Flujo
Improbable			*No existen sistemas ni atención a emergencias *Condiciones de operación excedidas	*No existe capacitación

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

TABLA 28. 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	6	2

En conclusión, el nodo 1 y 2 son los que presentan mayores riesgos, esto debido a la severidad aunada a las condiciones de alta presión que se manejan. El nodo 1, tiene más riesgos con severidad crítica esto debido a que también existe la interacción de un posible tercero (operador de tráiler). En el nodo 3 localizamos prácticamente riesgos y frecuencias bajas, la severidad no es siquiera crítica ya que la presión es muy manejable para el operador.

Los fallos que presentaron una severidad más alta fueron los siguientes:

- Fuga de Gas Natural
- Fracturas de material
- Condiciones de operación excedidas

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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

Por otra parte todas las fallas anteriores que se ingresaron a la matriz, si ocurrieran como consecuencia se tendría una fractura de material la cual a su vez daría pie a una fuga de gas natural.

Por lo que, la fractura o este fallo se puede 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.***

Con todo lo anterior, es decir, considerando los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, 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 en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

NODO 1: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,625 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 2A: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 20% DEL DIÁMETRO TOTAL DE LA TUBERÍA (1" por lo que 20% = 0.2"), ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 2B: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA (1" DIÁMETRO NOMINAL) ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL GAS CONTENIDO SE DESCARGUE POR COMPLETO Y EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (98.6 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, DURANTE UN

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

Las memorias de cálculo de estos nodos se podrán verificar en los Anexos 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3 y 4.8.4.

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 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3 y 4.8.4 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:

TABLA 29 TASA DE DESCARGA

Nodo	Escenario	Diámetro	Flujo (lb/min)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	Duración de fuga (min)	Tasa de Descarga
1	Fuga previo a regulación	0.25”	544.34	3,625	25	10	544.34
2 ^a	Posterior a primera etapa de regulación	0.2”	30.43	1,305	25	10	30.43
2B	Posterior a primera etapa de regulación	1”	760.46	1,305	25	10	760.46
3	Salida de regulación	0.25”	3.203	100	20	10	3.203

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Radios 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 4.8, así como las propiedades específicas de la sustancia estudiada. La importancia de esta 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/cm^2 (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/cm^2 (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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

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.

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 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3 y 4.8.4 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:

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

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 4.9 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.

NOTA:

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

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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:

TABLA 30 INTERACCIONES

NODO	DESCRIPCIÓN	INTERACCIÓN	MEDIDA PREVENTIVA
1, 2 y 3	Estación de Descompresión	*Estacionamiento y patios del usuario *Caminos de acceso a la empresa *Ligero alcance a infraestructura de la empresa	*Respetar programas de mantenimiento y supervisión de equipos, accesorios y líneas *Contar con plan de atención a emergencias

* 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:

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

TABLA 31 RESULTADOS POR NODO.

		Nodos			
		1	2A	2B	3
Dardos de fuego	Distancias	Amortiguamiento: 42.06 m Riesgo: 21.03 m	Amortiguamiento: 20.72 m Riesgo: 10.36 m	Amortiguamiento: 103.02 m Riesgo: 51.5 m	Amortiguamiento: 8.22 m Riesgo: 4.26 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Flora (Poca maleza) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Vías de comunicación (Afectación a vía interna de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Vías de comunicación (Afectación en tramos internos de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Baja posibilidad de impacto a edificaciones de la empresa) Vías de comunicación (Afectación en tramos internos) Social (Posibles quemaduras a trabajadores de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo)
Nube de Gas inflamable	Distancias	Distancia de Riesgo: 145.99 m Ancho máximo de Riesgo: 131.36 m	Distancia de Riesgo: 30.78 m Ancho máximo de Riesgo: 20.73 m	Distancia de Riesgo: 174.95 m Ancho máximo de Riesgo: 157.58 m	Distancia de Riesgo: 9.14 m Ancho máximo de Riesgo: 8.22 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible intoxicación de trabajadores de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud Humana (Posible intoxicación de gente del parque)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos)
Nube de vapor	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 93.26 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 21.33 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 110.64 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 7.31 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible intoxicación de trabajadores de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud Humana (Posible intoxicación de gente de la empresa) Infraestructura (Posible Contaminación de los edificios de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

TABLA 32. 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>
		FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		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.		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.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.	<u>Nubes Inflamables</u>			
	FG.7	Se siguen recomendaciones R.2, R.3 y R.5	<u>Afectación</u>		<u>Medida</u>	
	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.		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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.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.	<p>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.</p> <p>En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:</p> <p>*Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor</p> <p>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)</p>	<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.
		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.
	Falta de supervisión	FM.16	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos		<u>Nubes Inflamables</u>	
		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>
	Falta de procedimientos	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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.19	Reportar en una bitácora el estado de los materiales.			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.20	Actualizar los procedimientos cada que haya cambio de condiciones de operación, de equipo, de filosofía operacional o en base a normatividad.			
Ausencia de Flujo de Gas Natural	Válvulas en Mal Estado	AF.1	Calibrar válvulas y accesorios	No existirán impactos mitigables debido a este riesgo	<i>No se presentan Dardos de fuego ni nubes inflamables o de vapor</i>	
	Operación y diseño inadecuado de la estación	AF.2	Verificar filtros y sus partes internas de forma continua, o de acuerdo con recomendación de fabricante.		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
		AF.3	Contar con by-pass de cada elemento crítico (reguladores, medidor, filtro, etc.).		-----	-----
		AF.4	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.		-----	-----

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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, se deben contar 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el

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

FIGURA 32 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA ESTACIÓN

Es importante mencionar los establecido por la normatividad nacional y 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.
- Mantener venteos y paros de emergencias ante cualquier emergencia de acuerdo a condiciones de operación o ruptura.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 33 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.	XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad.	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
	Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación	IX. Mejores prácticas y	Durante la etapa de instalación y	Encargado de obra y Gerente de

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

2	de los soldadores, de acuerdo con las características de la tubería, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.	estándares.	construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Ingeniería
3	Aplicar pinturas o alguna protección mecánica para tuberías y equipos que lo requieran.	IX. Mejores prácticas y estándares.	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 losas e instalación de estación de descompresión se haga de la manera adecuada, contemplando los espacios necesarios para maniobras.	X. Control de actividades y procesos. XIV. Monitoreo, verificación y evaluación.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. XII. Seguridad de contratistas.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. XII. Seguridad de contratistas.	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.	XIV. Monitoreo, verificación y evaluación.	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.	XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad.	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.	X. Control de actividades y procesos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

			autorizaciones federales y locales.	
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.	XIV. Monitoreo, verificación y evaluación.	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
Etapa de Operación y Mantenimiento				
11	Contar con un Plan de Atención a Emergencias que se implemente durante la ejecución de los trabajos.	XIII. Preparación y Respuesta a Emergencia,	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 (3,625 psig a la entrada, 250 psig después de primera etapa de regulación y 58.01 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.	IX. Mejores prácticas y estándares. X. Control de actividades y procesos.	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.	X. Control de actividades y procesos.	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.	X. Control de actividades y procesos. XVI. Investigación de incidentes y accidentes.	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	X. Control de actividades y procesos. XIV. Monitoreo, verificación y	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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

	operación y condiciones.	evaluación.		
16	Verificar la temperatura de los intercambiadores de calor y del medio de calentamiento con el fin de evitar congelamiento en las líneas.	IX. Mejores prácticas y estándares. X. Control de actividades y procesos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
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.	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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;	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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;	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
	Las válvulas de seccionamiento o de alivio de presión deben estar verificadas asegurando un funcionamiento óptimo, observando que sus puntos de ajuste de	XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad.	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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

22	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.			
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).	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
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.	XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad.	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 recalcificación de la misma impartida a trabajadores, así como los calendarios para pláticas a población, trabajadores y simulacros realizados.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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	X. Control de actividades y procesos.	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.	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

29	Programa de mantenimiento preventivo al sistema, con base a recomendaciones de fabricante, filosofía operacional y normatividad.	IX. Mejores prácticas y estándares. X. Control de actividades y procesos.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. X. Control de actividades y procesos.	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.	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
32	Generar las alianzas necesarias con las autoridades locales de atención a emergencias, con las empresas vecinas y localidades cercanas.	XIII. Preparación y Respuesta a Emergencia,	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 auditorias de seguridad y ambiental tanto internas y externas, lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.	X. Control de actividades y procesos.	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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos. VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
	Informar a la comunidad, a las autoridades	VII.	Durante la etapa de	Gerente de

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

35	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.	Comunicación, Participación y Consulta.	vida de la estación de descompresión	Seguridad Higiene Gerencia Relaciones	e y/o de
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.	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento. X. Control de actividades y procesos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente Seguridad Higiene Gerencia Relaciones	de e y/o de
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.	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente Seguridad Higiene Gerencia Relaciones	de e y/o de
38	Realizar un Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo con las guías de la ASEA, SEMARNAT y la CRE.	X. Control de actividades y procesos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente Seguridad Higiene Gerencia Relaciones	de e y/o de

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.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

- 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Contenido

VIII. Resumen Ejecutivo	2
VIII.1 Situación General que presenta el Proyecto	2
VIII.2 Conclusiones	10
VIII.3 Informe Técnico	11

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

VIII. Resumen Ejecutivo

VIII.1 Situación General que presenta el Proyecto

La situación general que presenta el proyecto “Estación de Descompresión de Gas Natural, en el municipio Nextipac, Estado de Jalisco” en materia de riesgo es tolerable, y del cual se obtuvo realizando un análisis de riesgo, siguiendo lo siguiente:

1. Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de descompresión
2. 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
3. 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.
4. 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 segundo regulador
- Nodo 3: De la salida del segundo regulador a la salida al usuario (pasando por la medición)

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.

Posterior a ejecutar las metodologías y considerando los resultados de las mismas, HAZOP y la Matriz de jerarquización, 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 propusieron 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 en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

NODO 1: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,625 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 2A: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 20% DEL DIÁMETRO TOTAL DE LA TUBERÍA (1" por lo que 20% = 0.2"), ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 2B: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA (1" DIÁMETRO NOMINAL) ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL GAS CONTENIDO SE DESCARGUE POR COMPLETO Y EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

NODO 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼" DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (98.6 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AISLEN EL SISTEMA.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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:

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Tabla 1. Resultados por nodo.

		Nodos			
		1	2A	2B	3
Dardos de fuego	Distancias	Amortiguamiento: 42.06 m Riesgo: 21.03 m	Amortiguamiento: 20.72 m Riesgo: 10.36 m	Amortiguamiento: 103.02 m Riesgo: 51.5 m	Amortiguamiento: 8.22 m Riesgo: 4.26 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Flora (Poca maleza) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Vías de comunicación (Afectación a vía interna de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Vías de comunicación (Afectación en tramos internos de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Baja posibilidad de impacto a edificaciones de la empresa) Vías de comunicación (Afectación en tramos internos) Social (Posibles quemaduras a trabajadores de la empresa)	Suelo (Modificación de las características del suelo)
Nube de Gas inflamable	Distancias	Distancia de Riesgo: 145.99 m Ancho máximo de Riesgo: 131.36 m	Distancia de Riesgo: 30.78 m Ancho máximo de Riesgo: 20.73 m	Distancia de Riesgo: 174.95 m Ancho máximo de Riesgo: 157.58 m	Distancia de Riesgo: 9.14 m Ancho máximo de Riesgo: 8.22 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible intoxicación de trabajadores de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud Humana (Posible intoxicación de gente del parque)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos)
Nube de vapor	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 93.26 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 21.33 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 110.64 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 7.31 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible intoxicación de trabajadores de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud Humana (Posible intoxicación de gente de la empresa) Infraestructura (Posible Contaminación de los edificios de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica)

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Medidas Preventivas y de Mitigación

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 2. 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>
		FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		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.		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.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
	Fracturas en accesorios o instrumentación.	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.		<u>Nubes Inflamables</u>	
		FG.7	Se siguen recomendaciones R.2, R.3 y R.5		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
			Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la		

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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.		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.	
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.	<p>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.</p> <p>En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:</p> <p>*Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor</p>	<i>Dardos de Fuego</i>	
	Falta de mantenimiento	FM.2	Contar con programas de operación y mantenimiento de la estación		<i>Afectación</i>	<i>Medida</i>
		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		<i>Nubes Inflamables</i>	
				<i>Afectación</i>	<i>Medida</i>	
				Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de	

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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. 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.18	Verificar que se cuente con dictámenes de diseño y certificado de materiales y accesorios (e instrumentos).											
		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.											
Ausencia de Flujo de Gas Natural	Válvulas en Mal Estado	AF.1	Calibrar válvulas y accesorios	No existirán impactos mitigables debido a este riesgo		<p><i>No se presentan Dardos de fuego ni nubes inflamables o de vapor</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Afectación</i></th> <th><i>Medida</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Afectación</i>	<i>Medida</i>	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	<i>Afectación</i>	<i>Medida</i>												
	-----	-----												
	-----	-----												
-----	-----													
Operación y diseño inadecuado de la estación	AF.2	Verificar filtros y sus partes internas de forma continua, o de acuerdo a recomendación de fabricante.												
	AF.3	Contar con by-pass de cada elemento crítico (reguladores, medidor, filtro, etc.).												
	AF.4	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.												

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

VIII.3 Informe Técnico

Datos Generales del Regulado

Fecha de Ingreso: Octubre 2018

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: Karla Aquino Crespo

Cargo: Dirección de Operaciones

Datos Generales del Regulado

CURR:

RFC:

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

Nombre del Proyecto: Estación de Descompresión de Gas Natural, Nextipac, Jalisco.

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

Ubicación de las instalaciones

Calle y Número: Paseo de Sereno 890

Municipio: Nextipac

Código Postal: 45220

Colonia:

Estado: Jalisco

Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones

Calle y Número:

Municipio:

Código Postal:

Teléfonos:

Nombre del Representante Legal:

Cargo:

Fax:

Colonia:

Estado:

Correo Electrónico:

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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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

Superficie

Requerida: 250 m²
 Total: 250 m²

Tabla 3 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	877 m ³ /hr	21,048 m ³ /día

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

Tabla 4 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				
					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 5 Criterios para la Estimación de Consecuencias

Número de Falla	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética Liberada		Estado Físico	Programa de Simulación Empleado	Zona de Alto Riesgo		Zona de Amortiguamiento	
	Masiva	Continua	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
Nodo 1		XX	544.34	lbs/min	Gas	ARCHIE	21.03	600	42.06	600
Nodo 2A		XX	30.43	lbs/min	Gas	ARCHIE	10.36	600	20.72	600
Nodo 2B		XX	760.46	lbs/min	Gas	ARCHIE	51.5	240	103.02	240
Nodo 3		XX	3.203	lbs/min	Gas	ARCHIE	4.26	600	8.22	600

Tabla 6 Resultados de la Estimación de Consecuencias

Número de Falla	Toxicidad				Explosividad (Sobrepresión)		Radiación Térmica		Otros Criterios
	IDHL	TLV _s	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 1			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 1			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 2			1.5 a 2.01	B	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 minutos
Nodo 2			1.5 a 2.01	F	XX	XX	XX	XX	Emisión de 10 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 en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 4.10 se puede consultar la matriz de clasificación de todos los impactos de cada CASO**):

NODO 1: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼” DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA ENTRADA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN (3,625 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AÍSLEN 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, sin embargo, no hay vegetación, fauna o cuestión social que se vea afectada. Los radios de afectación se pueden consultar en el Anexo 4.9 de esta respuesta.

NODO 2A: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 20% DEL DIÁMETRO TOTAL DE LA TUBERÍA (1” POR LO QUE 20% = 0.2”), ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AÍSLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto REPARABLE O CASI NULO, ya que las distancias de alcance son muy cortas, y dentro del radio de alcance de dichas distancias, no se localizan características ambientales ni sociales considerables que se puedan afectar, ni estructuras que resulten afectadas. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.9** de esta respuesta.

NODO 2B: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UNA RUPTURA TOTAL DE LA TUBERÍA (1” DIÁMETRO NOMINAL) ESTO AL TÉRMINO DE LA PRIMERA ETAPA DE REGULACIÓN (1,305 PSIG) DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN, UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **4 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL GAS CONTENIDO SE DESCARGUE POR COMPLETO Y EL PERSONAL DE SEGURIDAD DE NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AÍSLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto SIGNIFICATIVO, ya que las distancias de alcance son altas y afectan a varios aspectos de la empresa, aunque ambientalmente no hay aspectos de vegetación o fauna que se encuentren presentes y se vean impactados. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.9** de esta respuesta.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

NODO 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A ¼” DE DIÁMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO A LA SALIDA DE LA ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN (98.6 PSIG A LA SALIDA), UBICADA DENTRO DEL PREDIO PROPIEDAD DE MONSANTO, 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 NEOMEXICANA Y MONSANTO, CIERRE LAS DEMÁS VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO QUE AÍSLEN EL SISTEMA.

- Se puede concluir que se tendrá un efecto PRACTICAMENTE NULO, ya que las distancias de alcance demasiado cortas, las cuales solo afectan al interior de la estación de descompresión. Los radios de afectación se pueden consultar en el **Anexo 4.9** de esta respuesta.

“Estación de descompresión de gas natural en Nextipac, Municipio de Zapopan en el estado de Jalisco”

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 Flujo
- 1.2 Plano General y de Localización

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 Bases de datos de Información Geográfica
- 4.2 Programa de Obra
- 4.3 Memoria Descriptiva
- 4.4 Descripción de las Metodologías Utilizadas
- 4.5 Análisis de posibles Riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos
- 4.6 Análisis Preliminar de Riesgo
 - 4.6.1 Lista de Verificación
 - 4.6.2 Índice de Mond
- 4.7 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 4.8):
 - 4.7.1 Análisis HazOp
- 4.8 Catálogo de Escenarios de Riesgos (incluye memorias de cálculo, información ingresada a simulador y reporte del mismo, así como resultados)
 - 4.8.1 Memoria Nodo 1
 - 4.8.2 Memoria Nodo 2A
 - 4.8.3 Memoria Nodo 2B
 - 4.8.4 Memoria Nodo 3
- 4.9 Radios de Afectación
- 4.10 Matriz de la Clasificación de Impactos de los Radios de Afectación (Social, Ambiental e Infraestructura).