

**AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD  
INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO  
AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS**



**CAPITULOS DEL ESTUDIO DE  
RIESGO AMBIENTAL:**

**PROYECTO:  
“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL  
COMPRIMIDO PARA USO AUTOMOTOR “ENGIE  
MERIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”**

**PSI**



Proyectos y Soluciones  
Inteligentes S.A. de C.V.

**JULIO DE 2022**



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:

“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”



# CAPÍTULO VII

## ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

--	--	--

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

### VII.1. Sustancias manejadas.

En la tabla siguiente se muestran las sustancias a manejar en el presente proyecto:

**Tabla VII.1.-** Sustancias manejadas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	Núm. CAS (Chemical Abstracts Service)	Grav. Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	Características						Capacidad total		Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (unidad)
			C	R	E	T	I	B	Capacidad nominal	No. de unidades de almacenamiento	
Gas Natural Comprimido (Mezcla de Hidrocarburos: Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua).	8006-14-2	N. A.			X		X		4,480 litros	56 recipientes de 80 litros cada uno	4,480 litros

Fuente: Bases de ingeniería.

### VII.2. Descripción de la sustancia.

A continuación, se hace una descripción detallada de las sustancias a manejar en la Estación de Servicio:

- **PROPIEDADES FÍSICAS.**

**Tabla VII.2.-** Porcentaje y nombre de componentes riesgosos.

Sustancia	% volumen
Gas Natural Comprimido (GNC)	100% Vol.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.3.- Número CAS (Chemical Abstracts Service).**

Sustancia	Número CAS (Chemical Abstracts Service)
Gas Natural Comprimido (GNC)	8006-14-2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.4.- Número de Naciones Unidas.**

Sustancia	Número ONU
Gas Natural Comprimido (GNC)	1971

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.5.- Nombre del fabricante o importador.**

Sustancia	Fabricante
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.6.-Nombre comercial, nombre químico.**

Nombre comercial	Nombre químico
Gas Natural Comprimido (GNC)	(Mezcla de Hidrocarburos: Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua).

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.7.-Sinónimos.**

Sustancia	Sinónimo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Gas Combustible (Metano)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.8.-Formula molecular, estado físico.**

Sustancia	Formula molecular	Estado físico
Gas Natural Comprimido (GNC)	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O.	Gaseoso

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.9.-Peso molecular.**

Sustancia	Peso molecular (mezcla)
Gas Natural Comprimido (GNC)	18.2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.10.-Densidad a temperatura inicial (t<sub>1</sub>) en g/ml.**

Sustancia	Densidad (Agua=1) a 0°/4 °C
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.554

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.11.-Punto de ebullición (°C).**

Sustancia	Punto de ebullición (°C)
Gas Natural Comprimido (GNC)	-164 °C.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.12.-Calor de evaporización a (T<sub>2</sub>) (cal/g).**

Sustancia	Calor de evaporización
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.13.- Poder Calorífico (BTU/FT3).**

Sustancia	Calor de combustión
Gas Natural Comprimido (GNC)	1019.0304

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.14.-Temperatura del gas en proceso (°C).**

Sustancia	Temperatura del gas
Gas Natural Comprimido (GNC)	Temperatura ambiente

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.15.-Volumen del proceso.**

Sustancia	Volumen de almacenamiento
Gas Natural Comprimido (GNC)	4,000 lts.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.16.-Presión de vapor, (kPa).**

Sustancia	Presión de vapor, (kPa)
Gas Natural Comprimido (GNC)	53.8-79.2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.17.-Densidad de vapor (kg/m<sup>3</sup>).**

Sustancia	Densidad de vapor (Aire = 1) @ 15.5 °C
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.61 (Más ligero que el aire)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.18.- Reactividad en agua.**

Sustancia	Reactividad en agua
Gas Natural Comprimido (GNC)	No reacciona

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.19.-Velocidad de evaporación.**

Sustancia	Velocidad de evaporación
Gas Natural Comprimido (GNC)	Instantánea

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.20.- Temperatura de autoignición (°C).**

Sustancia	Temperatura de autoignición
Gas Natural Comprimido (GNC)	Aproximadamente 650 °C

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.21.- Temperatura de fusión (°C).**

Sustancia	Temperatura de fusión
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.22.- Densidad relativa.**

Sustancia	Densidad relativa
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.61 (Más ligero que el aire)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.23.- Solubilidad en agua.**

Sustancia	Solubilidad en agua 20°C
Gas Natural Comprimido (GNC)	Ligeramente soluble

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.24.- Estado físico, color y olor.**

Sustancia	Estado físico	Color	Olor
Gas Natural Comprimido (GNC)	Gas	Incoloro	Insípido y sin olor.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.25.- Punto de ebullición.**

Sustancia	Punto de ebullición @ 1 atm.
Gas Natural Comprimido (GNC)	- 160.0 °C

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.26.- Por ciento de volatilidad.**

Sustancia	% de volatilidad
Gas Natural Comprimido (GNC)	100%

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**• RIESGOS PARA LA SALUD.**

**Tabla VII.27.- Ingestión accidental.**

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Causa nauseas, mareos y convulsiones.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.



**Tabla VII.28.- Contacto con los ojos.**

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	El contacto de este gas natural comprimido en los ojos, causa irritación, podría también causar daños severos al tejido ocular por la alta presión a que está sometido el gas, provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.29.- Contacto con la piel. (Contacto y Absorción).**

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Una fuga de gas natural comprimido sobre la piel podrá provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento, heridas por las altas presiones a que está sometido el gas en los cilindros. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.30.- Inhalación**

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia y en extremo la muerte.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**• DAÑO GENÉTICO.**

**Tabla VII.31.- Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos, por ejemplo, Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**• RIESGO DE INCENDIO.**

**Tabla VII.32.- Medios de extinción:**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.33.- Equipo especial de protección, (general) para el combate de incendio.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	El personal que combate incendios de este Gas Natural Comprimido en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada, se deberá utilizar trajes a prueba de calor (aislantes al calor) aluminizado para acercarse a combatir el incendio.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.34.- Procedimiento especial de combate de incendio.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	<p>Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores (recipientes cilíndricos a presión) y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga.</p> <p>Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido.</p> <p>Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible, en función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción.</p> <p>Utilizar agua como medio de lavado para retirar los derrames de las fuentes de ignición. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.</p> <p>En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.</p> <p>Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en las zonas bajas.</p> <p>Tratar de cubrir producto derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.</p> <p>Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.</p>

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.35.- Condiciones que conducen a un (a) peligro de fuego y explosión no usuales.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	<p>El gas natural es extremadamente inflamable, puede formar mezcla explosiva con el aire pudiendo viajar a una fuente de ignición e incendiarse fácilmente a temperatura ambiente, este gas es más ligeros que el aire, por lo que en caso de fuga, este se dispersarán más fácilmente a la atmosfera, únicamente se requiere tener una buena ventilación.</p> <p>El gas natural también requiere de una concentración mayor y una temperatura más alta que otros combustibles para su combustión (por ejemplo, el gas natural 650°C, gasolina 315°C, gas L.P. 490°C).</p> <p>Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben exponerse a calentamiento, cortarse, soldarse o exponerse a flamas directas u otras fuentes de ignición.</p>

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.36.- Productos de combustión.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	La combustión de estas sustancias es completa, genera Monóxido y Bióxido de Carbono, no genera residuos.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.37.- Inflamabilidad.**

Sustancia	Grado Centígrado (°C).
Gas Natural Comprimido (GNC)	-188

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**• DATOS DE REACTIVIDAD.**

**Tabla VII.38.- Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua, y potencial de oxidación.**

Sustancia	CAS	Reactividad con el agua	Potencial de oxidación
Gas Natural Comprimido (GNC)	8006-61-9	Estable	No determinado

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.39.- Estabilidad de las sustancias.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.40.- Incompatibilidad, (sustancias a evitar).**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO <sub>2</sub> , NF <sub>3</sub> , OF <sub>2</sub> ). Evitar el contacto con oxidantes fuertes como peróxidos, ácido nítrico y percloratos.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.41.- Descomposición de componentes peligrosos.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Los gases o humos productos de la combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

**Tabla VII.42.- Polimerización peligrosa /Condiciones a evitar.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Esta sustancia no presenta polimerización.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• **CORROSIVIDAD**

**Tabla VII.43.- Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No es corrosivo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.



## • RADIOACTIVIDAD.

**Tabla VII.44.- Clasificación de sustancias por radioactividad.**

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No es Radioactivo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

En el **Anexo “5.1”** se muestran las Hojas de Datos de Seguridad del gas natural, se le nombra también como gas combustible ya que se considera un gas con alto porcentaje de Metano (95%) que se obtiene de los procesos criogénicos del gas (torre desmetanizadora), obteniendo en su mayoría gas licuado del petróleo y naftas (gasolinas) que pasan a los siguientes procesos de refinación hasta alcanzar su calidad comercial. El Gas Natural se comprime a altas presiones para su venta en la Estación de Servicio en sustitución de las gasolinas y el diésel (refinados); este combustible se encuentra en los listados de Actividades Altamente Riesgosas, dependiendo de la capacidad de almacenamiento para fines comerciales.

### VII.3. Antecedentes de accidentes e incidentes.

Hasta la fecha, no se tienen muchos registros de ocurrencia de accidentes de gran magnitud en el Estado de Yucatán ni en los Estados vecinos, debido a que es relativamente nuevo este sistema de Gas Natural Comprimido que viene a sustituir los refinados comerciales (Gasolinas, Diésel y gas L.P.) sin embargo, se tiene registro de accidentes en el manejo y transporte por ductos de gas natural por Petróleos Mexicanos, en los últimos 10 años.

Debido a esto, se realizó una serie de acciones en el ámbito nacional para el manejo y detección de las posibles fallas en los sistemas de almacenamiento de hidrocarburos. Este tipo de problemas se presentaron principalmente en las estaciones de compresión muy viejas las cuales no contaban con todos los sistemas de seguridad mínimos necesarios y normas que actualmente dicta la CRE y la CNH para el funcionamiento de este tipo de franquicias o estaciones de servicio.



#### VII.4. Metodologías.

La técnica aplicada para la identificación de riesgos en este proyecto es el Análisis de Peligro y Operabilidad (HazOp), la cual es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la operación, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes, con la finalidad de emitir las recomendaciones necesarias que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado o mitigar los efectos de las afectaciones.

En el caso particular del Análisis de Riesgo, se aplicará el método de HazOp en su modalidad Desviación por Desviación (DBD), el cual consiste en analizar solo aquellas desviaciones que presentan consecuencias de interés, omitiendo en el registro las demás desviaciones cuyas afectaciones no son relevantes en función del peligro que representan.

¿Por qué se hace un estudio de Riesgos?

- Nos permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de accidentes.
- Se establece una política de prevención de accidentes, a partir de la identificación de peligros y del análisis de la vulnerabilidad de las instalaciones.
- Va a contribuir a cuantificar los riesgos, frente a un potencial de alto peligro.
- Nos proporciona una base para la planificación de las medidas preventivas y para reducir la vulnerabilidad.
- Se constituye en un elemento importante en el diseño, para la adopción de medidas de prevención específicas.
- Constituye una garantía para la inversión.

El análisis HAZOP se aplica en reuniones multidisciplinarias a cada sección de la instalación denominada NODO, por medio de palabras guía con las que se indica la desviación respecto a las variables de proceso, aplicando una lluvia de ideas, en cada evaluación, lo que genera una revisión detallada de las instalaciones.



Para cada nodo, se plantean de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado.

Paralelamente a las desviaciones se deben indicar conforme a la modalidad Desviación – Desviación, las consecuencias posibles de estas desviaciones y posteriormente las causas de estas desviaciones.

### Recopilación y Análisis de la Información.

En la siguiente tabla se lista la información consultada para llevar a cabo la metodología HazOp.

**Tabla VII.45.-** Información consultada para el análisis HazOp.

Nombre del documento	Clave del documento	Revisión	Edición	Elaborado por:
1.- Planta arquitectónica de conjunto.	A-1	-	2020	Proyectos Energéticos Aljo S.A. de C.V.
2.- Diagrama de Tubería e Instrumentación.	M-01	-	2020	NG Energy Solutions S.A. de C.V.
3.- Memoria descriptiva.	-	-	2020	Proyectos Energéticos Aljo S.A. de C.V.
4.- Memoria Técnico-Descriptiva.	MTD200108-ENGIE	-	2020	NG Energy Solutions S.A. de C.V.
5.- Hojas de Datos de Seguridad.	No Aplica			



### Planeación y programación - integración del grupo multidisciplinario.

Dando cumplimiento al requerimiento para el desarrollo de análisis Hazop y de la elaboración de matrices de riesgo, se convocó a un grupo multidisciplinario para aprovechar los conocimientos y experiencias en cada una de las especialidades y realizar una identificación correcta de los peligros y su ponderación, participando personal de GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V. y PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V. con experiencias en instalaciones similares (Estaciones de GNV). En la siguiente tabla se lista el personal que tuvo participación en las reuniones multidisciplinarias, así como el lugar y fecha de realización de las sesiones HazOp.

**Tabla VII.46.-** Personal que integra el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).

Nombre	Área	Compañía	Lugar y fecha
M.B.A. Alberto Luis Santoyo Vidaurreta	Director General	GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I. de C.V.	Merida, Yucatán  13 de enero de 2020
M. en F. José de Jesus Díaz Rosas	Director de Desarrollo		
M. en I. Juan Ulises Martínez López	Líder HazOp	PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V.	
Arq. Alvaro García García	Secretario HazOp		
Biól. José María Osorio Reyes	Facilitador HazOp		

### Desarrollo de la metodología HazOp.

El análisis HazOp es un método estructurado, sistemático y a la vez creativo, para identificar peligros y problemas operativos, que resultan de desviaciones de la intención de diseño y que pueden acarrear consecuencias indeseables. Un líder experimentado guía al equipo de análisis a través del diseño de la instalación, utilizando un conjunto de “palabras guía”.

Estas palabras guía se aplican a las secciones o nodos del proceso y se combinan con parámetros específicos del proceso para identificar desviaciones potenciales de la operación concebida de la instalación.



El análisis HazOp es un estudio profundo, sistemático y fácil de usar, que a la vez permite a los miembros del equipo utilizar su experiencia con creatividad y aumenta la probabilidad de descubrir la existencia de peligros únicos o imprevisibles en los procesos. El producto del análisis HazOp es un estudio de las variables del proceso, detallado, eficiente y que se puede auditar.

### Terminología del análisis HazOp.

La tabla VII.47 introduce la terminología y las definiciones que se utilizan durante las sesiones del HazOp.

**Tabla VII.47.- Terminología HazOp.**

Término	Definición
Intenciones	Expectativas de cómo debe operar el proceso y/o como se debe llevar a cabo una actividad.
Desviaciones	Estados de operación que se apartan de las intenciones del diseño.
Causas	Razones que explican porque ocurren las desviaciones.
Consecuencias	Efectos potenciales de las desviaciones.
Salvaguardas	Medidas diseñadas para prevenir las causas o bien mitigar las consecuencias de las desviaciones.
Recomendaciones	Sugerencias para efectuar cambios en el diseño, cambios en los procedimientos o para realizar estudios complementarios.

### Procedimiento del análisis HazOp.

Una vez que se ha formado el equipo de análisis (con expertos en el diseño de la instalación, experiencia en las operaciones del sistema y de los equipos, experiencia en la inspección y mantenimiento de los equipos, conocimiento de la química del proceso, conocimiento de los objetivos de la seguridad y de los procedimientos y experiencia y conocimiento en la técnica HazOp) y se ha recopilado la información que se utilizará durante el análisis (diagramas de tuberías e instrumentación, diagrama mecánico de la instalación, hojas de seguridad, procedimientos operativos, procedimientos de emergencia, historial de accidentes, plano de localización general, entre otros), entonces se está preparado para aplicar la técnica HazOp.



Para aplicar la técnica HazOp, el equipo de análisis de riesgo divide los procesos en secciones lógicas (nodos) para el análisis. Secciones típicas de un proceso es, por ejemplo, un recipiente, una tubería con una bomba, etc. El equipo entonces revisa cada una de las secciones del proceso de acuerdo los siguientes pasos de análisis:

- 1.- El líder elige una sección o nodo del proceso.
- 2.- El experto en el proceso explica el equipo de análisis de riesgo, las intenciones del diseño de la sección elegida.
- 3.- El líder aplica las palabras guía (tabla VII.48) a los parámetros del proceso (por ejemplo presión, flujo, temperatura, nivel, composición) y la combina para formar desviaciones razonables (tabla VII.49).
- 4.- El equipo considera las posibles consecuencias de cada una de las desviaciones.
- 5.- Si hay consecuencias de interés, el equipo debe proceder a identificar las causas posibles de esa desviación.
- 6.- Si el equipo descubre causas posibles, entonces debe identificar todas las salvaguardas existentes y debe decidir si el riesgo es aceptable o no aceptable.
- 7.- Si el riesgo no se considera aceptable, el quipo de análisis emite recomendaciones para reducirlo (reducir la frecuencia o la severidad de las consecuencias).
- 8.- Se repiten los pasos del 3 al 7 para cada palabra guía.
- 9.- Se repiten los pasos del 3 al 8 para todos los parámetros de proceso.
- 10.- Se repiten los pasos del 3 al 9 para todas las secciones del proceso hasta completar cada una de las secciones.
- 11.- Se registran los resultados del análisis.

**Tabla VII.48.-** Palabras guía HazOp.

Palabras Guía	Significado	Comentarios
No	Negación de la intención del diseño.	No adición. No flujo. No transferencia. No agitación. No secado. No neutralización.
Más /alto / largo	Incremento cuantitativo.	Alta o mayor presión. Alta temperatura. Alto flujo. Alta agitación. Alta concentración. Alto nivel. Adición de demasiado material X. Tiempo de alimentación demasiado largo.
Menos / bajo / corto	Decremento cuantitativo.	Baja presión. Baja temperatura. Bajo flujo. Baja agitación. Baja concentración. Bajo nivel. Adición de muy poco material X. Tiempo de alimentación demasiado corto.
Así como / además	Incremento cualitativo.	Adición de material X además del material Y. Se añaden contaminantes.
Parte de	Decremento cualitativo.	Se cierran dos de las tres válvulas. Se para sólo una parte del proceso.
Inverso, revertido	Opuesto lógico.	Flujo inverso o revertido.
Otro, en vez de	Sustitución completa.	Adición de material X en vez de material Y. Se cierra la válvula 1 en vez de la 2.

**Tabla VII.49.-** Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección.

Desviación	Tipo de sección				
	Reactor	Columna	Tanque	Tubería	Cambiador de calor
Flujo alto/bajo/no				X	X (aire, proceso, combustible)
Flujo inverso/mal dirigido				X	
Alto/bajo nivel	X	X	X		
Alto/bajo interfase	X		X		
Alta/baja/inversa presión	X	X	X	X	X (horno, proceso)
Alta/baja Temperatura	X	X	X	X	X (horno, aire)
Alta/baja reacción	X				
Mezcla baja/no/tardía	X				
Pérdida de ignición					X
Contaminación	X	X	X	X	X (combustible, aire)
Fuga o escape de tubos X X	X	X	X	X	X (proceso)
Fuga o escape	X	X	X	X	X (combustible)
Arranque / paro	X	X	X	X	X
Mantenimiento y muestreo					

### Documentación del HazOp.

Es importante documentar el análisis para apoyar las buenas decisiones de riesgo, para preservar los resultados del análisis para su uso futuro (en revalidaciones) como evidencia de que el estudio se realizó de acuerdo a buenas prácticas y para apoyar otras actividades relacionadas con la administración de riesgos (como la elaboración de procedimientos operativos, la administración del cambio, la investigación de incidentes, etc.).

Por lo general, la tarea de elaborar el informe del análisis HazOp recae sobre el líder y el secretario del HazOp y se distribuye como se indica en la tabla VII.50.

**Tabla VII.50.- Tareas del líder y del secretario HazOp.**

Líder	Secretario
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar las recomendaciones planteadas durante las juntas de análisis.</li> <li>• Pasar las notas a forma de texto.</li> <li>• Añadir información para explicar “el por qué” de las recomendaciones.</li> <li>• Bosquejar el resto del informe:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- La introducción y el alcance.</li> <li>- La metodología.</li> <li>- El cumplimiento con los reglamentos.</li> <li>- El resumen ejecutivo.</li> <li>- Los anexos, por ejemplo:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diagrama de Tuberías e Instrumentación.</li> <li>✓ Diagramas de Flujo de Proceso.</li> <li>✓ Hojas de Datos de Seguridad.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Preparar las listas de documentos utilizados/consultados.</li> <li>• Revisar el trabajo del secretario.</li> <li>• Recopilar y publicar el informe final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar las tablas.</li> <li>• Pasar las notas a texto.</li> <li>• Copiar o reorganizar el texto en la parte derecha de las tablas.</li> <li>• Verificar la consistencia de términos, enlaces, etc.</li> <li>• Revisar y complementar el trabajo del Líder.</li> </ul>

### **Análisis HazOp de los procedimientos.**

Es conveniente incluir en el análisis de riesgo los procedimientos previamente seleccionados para la ejecución de maniobras en todas las etapas del proceso. Los procedimientos deben seleccionarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- 1.- Historial de accidentes e incidentes.
- 2.- Complejidad del procedimiento.
- 3.- Los riesgos inherentes en llevar a cabo dicha actividad (es decir, si hay que realizar la actividad en caso de emergencia).



Para analizar los procedimientos operativos de los procesos seleccionados por el equipo de análisis de riesgo, se utiliza una extensión lógica de la técnica de análisis HazOp. Los procedimientos individuales se analizan también usando palabras guía. Las palabras guía de la tabla No. VII.51 se aplican a cada uno de los pasos del procedimiento para identificar los posibles errores humanos que un operador puede cometer durante la ejecución de ese paso del procedimiento. El equipo de análisis de riesgo debe determinar las características del equipo, del entorno laboral, de los instrumentos y de los procedimientos mismos que pueden contribuir a la comisión de errores humanos.

**Tabla VII.51.-** Palabras guías para los pasos de los procedimientos.

Palabras guía	Definición
Falta de paso en el procedimiento.	El paso no está presente en el procedimiento actual, a pesar de su importancia para poder alcanzar la intención del procedimiento en condiciones seguras.
No se realiza el paso.	El paso no se ejecuta, se completa parcialmente, o bien se ejecuta demasiado tarde.
El paso se realiza incorrectamente.	El paso se ejecuta sobre otro dispositivo o de manera diferente a la especificada. También puede significar que otra acción se realiza simultáneamente con este paso, o que el paso se ejecuta fuera de secuencia.

### Asuntos específicos del análisis.

Considerando el amplio rango de factores que pueden contribuir a incidentes potenciales en los procesos el equipo de análisis de riesgo también realizó un análisis comprensivo de los procesos que se lleva a cabo en la instalación y sus operaciones en los que se trataron temas mencionados como los que a continuación se muestran:



### **Peligros en los procesos.**

Utilizando la técnica de identificación de riesgos HazOp, el equipo identificó y evaluó los riesgos asociados debidos a la naturaleza misma de los materiales procesados a las condiciones de los procesos y a la magnitud de los inventarios.

La experiencia de los miembros del equipo de análisis de riesgo en la operación de los procesos contribuyó a garantizar una cobertura global de los riesgos de los procesos. El equipo de análisis de riesgo analizó los riesgos en los procesos para varios modos operativos, incluyendo la operación normal, arranque, paro normal y la pérdida de servicios auxiliares críticos.

Los peligros de interés incluyen todos aquellos que pueden generar una liberación de material peligroso que resulte en cuatro tipos de consecuencias hacia un receptor que se ha establecido, estas consecuencias son:

- Daños o heridas graves a las personas (Seguridad y salud de los vecinos).
- Impacto al Medio Ambiente (Efectos en el Centro de Trabajo, Efectos fuera del Centro de Trabajo, Descargas y Derrames).
- Afectación al Negocio (Pérdida de producción, Daños a las instalaciones, Efecto Legal y Daños en propiedad a terceros).
- Afectación a la imagen (Atención de los medios al evento).

### **Incidentes previos.**

En el transcurso de las sesiones de trabajo el equipo de análisis de riesgo discutió incidentes relevantes de acuerdo a su experiencia, lo que permitió que se consideraran como podrían ocurrir problemas adicionales a los expuestos o en su caso, probablemente volver a repetirse por presentar las mismas condiciones en la instalación de acuerdo a lo descrito del evento.



### **Controles de ingeniería y administrativos.**

La aplicación de las técnicas de análisis utilizadas en este estudio, estableció como primer paso que se tiene un control estricto de los controles administrativos y de ingeniería en las diferentes partes de los procesos en cuanto a su efectividad de mitigar, prevenir, detectar la liberación de sustancias peligrosas. En el HazOp se postularon las desviaciones en el proceso y se somete a análisis las posibles consecuencias de interés ya establecidas que de esta se derivan.

Uno de los ejemplos de control o referidas como salvaguardas que fueron consideradas para el análisis, incluyeron controles de ingeniería y de tipo administrativo (Sistema de Detección Electrónica de Fuga, Sistema de Paro de Emergencia, Válvulas de corte rápido en mangueras y dispensarios (Shut Off) y Plan de respuesta a Emergencias).

En la columna del HazOp “salvaguardas” se muestran estos tipos de controles, siendo oportuno señalar que en las sesiones y el reporte HazOp se consideraron e hicieron mención y referencia, de salvaguardas genéricas en donde sean respectivamente aplicables para eventos de liberación de sustancias químicas peligrosas cuando por tener características y condiciones similares se pueden expresar y contemplar en referencias accesibles y factibles.

Cuando el equipo de análisis no encontró un control de tipo administrativo o de ingeniería o en su caso se evaluó con carencia para mitigar las consecuencias, emitió recomendaciones para mejorar, complementar o en su caso implantar física o ejecutivamente las acciones necesarias para mitigar las consecuencias.

### **Consecuencias de falla en los controles.**

La técnica HazOp implica la documentación de los escenarios de las consecuencias de interés más verosímiles, para lo cual no se considera la actuación o activación de las salvaguardas existentes; este enfoque es para evaluar el máximo nivel de riesgo y las peores consecuencias de acuerdo con las fallas totales de los controles administrativos y de ingeniería, una vez documentadas las consecuencias se identifican todos los controles administrativos y de ingeniería para proteger a la instalación contra dicho escenario, siendo



reiterativo que cuanto más sean identificadas y calificadas las consecuencias mayor deberá ser la existencia de los controles administrativos, los de ingeniería y su confiabilidad. La identificación de escenarios que conllevan a consecuencias de menor impacto respecto a las establecidas y que se identificaron, fueron evaluadas, pero solamente las que llegaron a ser consideradas como las de mayores consecuencias de interés, fueron asentadas en el análisis.

### Aplicación del análisis HazOp.

La aplicación de la metodología HazOp se realizó mediante reuniones de especialistas para conformar un grupo multidisciplinario, en donde se contó con la participación de especialistas de GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V. y de PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V., la reunión fue llevada a cabo el día 13 de enero de 2020. En la siguiente tabla se describe la relación de nodos y desviaciones analizados.

**Tabla VII.52.-** Lista de nodos y desviaciones para el análisis HazOp.

No.	Nombre	Desviaciones	
1	Línea de Succión Gas Natural de 3" Ø a recinto de compresión. Incluye Estación de Regulación y Medición (ERM) y estación de filtración y secado.	1.1	Alta presión
		1.2	Baja presión
		1.3	Bajo flujo/No flujo
		1.4	Alta concentración
		1.5	Alto nivel
		1.6	Fuga y/o ruptura
		1.7	Incendio



No.	Nombre	Desviaciones	
2	Recinto de compresión de 4 etapas Compresor SW185F7-EM marca SAFE (Motor, Compresor, Separadores, Botellas de succión-descarga, Tuberías, Enfriador).	2.1	Alta presión
		2.2	Baja presión
		2.3	Bajo flujo/No flujo
		2.4	Alta temperatura
		2.5	Alto Nivel
		2.6	Alta vibración
		2.7	Fuga y/o ruptura
		2.8	Incendio
3	Paquete de almacenamiento de gas natural comprimido (56 recipientes cilíndricos verticales de 80 lt cada uno).	3.1	Baja Presión
		3.2	Alta Presión
		3.3	Bajo Nivel
		3.4	Alto Nivel
		2.5	Fuga y/o ruptura
		2.6	Incendio
4	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de 1" Ø, de recinto de compresión/paquete de almacenamiento a surtidores.	4.1	Alta presión
		4.2	Baja presión
		4.3	Bajo flujo/No flujo
		4.4	Fuga y/o ruptura
		4.5	Incendio

### Resultados del análisis HazOp.

Las tablas, resultado de la aplicación de la metodología HazOp para la Estación de Servicio, se muestran en el **Anexo “5.5”**. Como resultado de la aplicación de la metodología HazOp, se obtiene una relación de escenarios de peligros los cuales se muestran en la tabla VII.53.



**Tabla VII.53.-** Relación de escenarios.

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
El Peor Caso	ENGIE-GNV-MRD-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 56 recipientes cilíndricos de 80 lt cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) e ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
El Caso Probable	ENGIE-GNV-MRD-CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por pérdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 0.6"	Fuga de gas con ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2".	Fuga de gas sin ignición con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Peor Caso (PC)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

\*\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Caso Probable (CP)**”, el cual deberá corresponder con base a la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

\*\*\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como “**El Caso Alterno (CA)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.



### **Hojas de Trabajo HazOp.**

Las Hojas de Trabajo del HazOp por nodo y escenarios de riesgos analizados aplicando las variables y parámetros del proceso y las palabras guías utilizadas por el grupo multidisciplinario en cada una de las sesiones, se presentan en el **Anexo “5.5”**.

### **Recomendaciones HazOp.**

Durante el desarrollo del análisis de los escenarios, el grupo multidisciplinario realizó las recomendaciones que consideró necesarias para Prevenir, Reducir o Mitigar las consecuencias de cada desviación. En el **Anexo “5.6”**, se presentan dichas recomendaciones.

### **Método Matriz de Riesgo.**

La jerarquización por Matriz de Riesgos, es una técnica que permite clasificar por su grado de riesgo, los escenarios de peligro identificados.

La aplicación de los factores de Frecuencia y Consecuencia estimados para cada escenario permite obtener su Nivel de Riesgo y su ubicación dentro de las cuatro zonas en las que se ha dividido la matriz:

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

**Tipo B.- Zona de Riesgo Indeseable:** El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse Controles Temporales Inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.



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

**Tipo D.- Zona de Riesgo Tolerable:** El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

Durante este análisis, se toman en consideración los receptores de afectaciones del riesgo identificado: **Personal, Ambiente, Negocio e Imagen** (ver tabla VII.55).

A continuación, se muestran las tablas de los índices de frecuencia y consecuencia empleados para identificar el índice de riesgo de cada evento o escenario planteado.

**Tabla VII.54.- Niveles de frecuencia.**

Clasificación	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años
F4	Poco frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años
F3	Raro	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación.
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro

**Fuente:** Documento PSI-PRO-OP-001-2018, Revisión 001, “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de los Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias”. Ver **Anexo “5.3”**.



**Tabla VII.55.- Niveles de consecuencia.**

Categoría de la consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Perdida o diferimiento de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500,000,000	>500,000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50,000,000 a 500,000,000	>50,000,000 a 500,000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas	>5,000,000 a 50,000,000	>5,000,000 a 50,000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención medica que pueda generar una incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requiere acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que llevan hasta 1 hora.	>500,000 a 5,000,000	>500,000 a 5,000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o danos físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

**Fuente:** Documento PSI-PRO-OP-001-2018, Revisión 001, “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de los Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias”. Ver **Anexo “5.3”**.

A continuación, se muestran las Tablas VII.56 y VII.57 con los valores de las Frecuencias y Consecuencias aplicadas durante las reuniones multidisciplinarias.

**Tabla VII.56.-** Matriz para la estimación del índice de riesgo.

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Zona de Riesgo Aceptable con Controles “ALARP” (Tipo C)	F6	C	B	A	A	A	A	Zona de Riesgo No tolerable (Tipo A)
	F5	C	C	B	B	A	A	
	F4	D	C	C	B	B	A	
Zona de Riesgo Tolerable (Tipo D)	F3	D	C	C	C	B	A	Zona de Riesgo Indeseable (Tipo B)
	F2	D	D	C	C	C	B	
	F1	D	D	D	D	C	C	

Matriz de Jerarquización de Riesgos para el Personal

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para la Población

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para el Medio Ambiente

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para la Producción y a la Instalación

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

**Tabla VII.57.-** Clasificación de riesgos.

ÍNDICE DE RIESGO	CLASIFICACIÓN
<b>A</b>	<b>NO TOLERABLE</b>
<b>B</b>	<b>INDESEABLE</b>
<b>C</b>	<b>ACEPTABLE CON CONTROLES</b>
<b>D</b>	<b>TOLERABLE</b>



La aplicación de las Frecuencias del escenario y la Consecuencia esperada para cada uno de los receptores, Personal, Ambiente, Negocio e Imagen, se representan en su respectiva matriz, la cual contiene los criterios del documento normativo para cada una de las cuatro clasificaciones de riesgo representadas por medio de colores Rojo, Naranja, Amarillo y Verde, correspondientes al Riesgo Intolerable, Riesgo Indeseable, Riesgo Aceptable con Controles y Riesgo Razonablemente Aceptable, respectivamente como se muestra en las tablas VII.58, VII.59, VII.60 y VII.61.

Conforme a los resultados de clasificación de riesgos, se deberán considerar los siguientes criterios en las conclusiones del análisis:

- En caso que la ponderación de escenarios por frecuencia y consecuencia, exceda la región Riesgo Aceptable con controles (Amarilla), es decir, que los escenarios se encuentren en la región de Riesgos Indeseables (Naranja) y Riesgos Intolerables (Roja); se debe considerar, realizar una identificación de los escenarios, a los cuáles se les debe considerar invariablemente en el análisis de consecuencias y recomendar el desarrollo de un análisis detallado de frecuencia.
- Para los escenarios que se ubican la región de Riesgos Aceptables (verde) y Riesgo Aceptable con controles (amarilla), se debe considerar la atención a las recomendaciones generadas en la identificación de riesgos, con la finalidad de evitar la degradación de la seguridad y su condición de riesgo se desplace a la definida como Indeseable o Intolerable.

### **Evaluación de la frecuencia y consecuencia de los escenarios.**

Se evaluaron los escenarios de riesgo identificados para la Estación de Servicio “Engie Mérida” de la empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V. A continuación, se presentan dichos resultados, los cuales fueron clasificados en la Matriz de Riesgo que se indica en la tabla VII.56.

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al personal, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

**Tabla VII.58.-** Matriz de riesgo por daños al *Personal*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1, (1)				
	F4						
	F3	1.1, 1.2, 2.2, 3.2 (4)	2.1, 2.3 (2)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Personal (Tabla VII.58) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al ambiente, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

**Tabla VII.59.-** Matriz de riesgo por daños al *Ambiente*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3	3.2 (1)	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, (5)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Ambiente (Tabla VII.59) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 5 (cinco) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 2 (dos) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al negocio, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

**Tabla VII.60.-** Matriz de riesgo por daños al *Negocio*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3	3.2 (1)	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, (5)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Negocio (Tabla VII.60) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños a la imagen de la empresa, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

**Tabla VII.61.-** Matriz de riesgo por daños a la *Imagen de la Empresa*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3		1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2 (6)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños a la Imagen de la Empresa (Tabla VII.61) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

A continuación, se incluye un resumen de las jerarquizaciones de riesgo en el sistema de estudio, de acuerdo a cada uno de los nodos evaluados.

**Tabla VII.62.-** Tabla de Jerarquización de Riesgos.

No.	Descripción del Nodo	No.	Desviaciones	RIESGO			
				Pe	Po	IA	IP
1	Línea de Succión Gas Natural de 3" Ø a recinto de compresión. Incluye Estación de Regulación y Medición (ERM) y estación de filtración y secado.	1.1	Alta presión	D2	D2	D4	D4
		1.2	Baja presión	D2	D2	D4	D2
		1.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		1.4	Alta concentración	D4	D4	D4	D4
		1.5	Alto nivel	D3	D3	D3	D3
		1.6	Fuga y/o ruptura	D4	D4	D4	D4
		1.7	Incendio	D3	D3	C6	D3
2	Recinto de compresión de 4 etapas Compresor SW185F7-EM marca SAFE (Motor, Compresor, Separadores, Botellas de succión-descarga, Tuberías, Enfriador).	2.1	Alta presión	D3	D3	C6	D3
		2.2	Baja presión	C5	C5	C10	C5
		2.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		2.4	Alta temperatura	D1	D1	D2	D1
		2.5	Alto Nivel	D3	D3	C6	C6
		2.6	Alta vibración	C5	C5	C10	C10
		2.7	Fuga y/o ruptura	C5	C5	C10	C10
		2.8	Incendio	C5	C5	C10	C5
3	Paquete de almacenamiento de gas natural comprimido (56 recipientes cilíndricos verticales de 80 lt cada uno).	3.1	Baja Presión	D3	D3	C6	D3
		3.2	Alta Presión	C5	C5	C10	C5
		3.3	Bajo Nivel	D2	D2	D4	D4
		3.4	Alto Nivel	D1	D1	D2	D1
		3.5	Fuga y/o ruptura	D3	D3	C6	C6
		3.6	Incendio	C5	C5	C10	C5
4	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de 1" Ø, de recinto de compresión/paquete de almacenamiento a surtidores.	4.1	Baja Presión	D3	D3	C6	D3
		4.2	Alta Presión	C5	C5	C10	C5
		4.3	Bajo Nivel	D2	D2	D4	D4
		4.4	Alto Nivel	D1	D1	D2	D1
		4.5	Incendio	C5	C5	C10	C5

**Pe:** daños al personal; **Po:** daños a la población; **IA:** impacto al ambiente; **IP:** daños a la Instalación / producción.



### Relación de los riesgos analizados, evaluados y jerarquizados por tipo.

De las tablas “Jerarquización de Riesgos mediante Matriz de Riesgo”, presentadas anteriormente se pueden resumir los siguientes comentarios:

- Para el caso de la Estación de Servicio de GNC “Engie Merida” de GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V, **NO** se encontraron escenarios ubicados en la zona de Riesgo Indeseable, en ninguno de los receptores de impacto al Personal, Ambiente, Negocio e Imagen.
- De la evaluación de jerarquización de matriz de riesgos se ha determinado que los escenarios de riesgo que se encuentran en las zonas de Riesgo Aceptable con Controles (Región Amarilla) y Riesgo Razonablemente Aceptable (Región Verde), debe de darse cumplimiento a las recomendaciones emitidas en la identificación de riesgos para evitar que la seguridad se degrade a Riesgo Indeseable (región naranja).
- Se debe mantener la integridad y confiabilidad mecánica y control de proceso, para reducir la probabilidad de que se produzcan los escenarios de fuga y/o derrame, por lo que, se debe garantizar la operación y actuación en demanda de los sistemas de emergencias a instalar o dispositivos de protección para la mitigación de las afectaciones.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:

“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”



## CAPÍTULO VIII

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

--	--	--



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

### VIII.1. Estimación de consecuencias.

Los escenarios de riesgo que mostraron el índice de riesgo más probable y el índice de riesgo más alto o catastrófico en la metodología HazOp, serán consideradas para desarrollar las modelaciones matemáticas de emisión de la sustancia manejada mediante el apoyo del Software PHAST 7.2.1 (Process Hazard Analysis Software Tool), que es un modelo de dispersión elaborado por la Det Norske Veritas (DNV). El propósito fundamental del simulador PHAST, es proporcionar al personal de planeación, métodos integrados para evaluar el riesgo de la dispersión de fugas o un posible incendio, relacionados con la descarga de materiales peligrosos en el ambiente. El programa aumenta el conocimiento de las características de eventos y riesgos de accidentes potenciales y también proporciona las bases para la planificación de emergencias (Radios Potenciales de Afectación).

Los modelos matemáticos de dispersión de gases se utilizan con dos propósitos, para evaluar riesgos y planear respuestas a una emergencia, y proveer información guía para los cuerpos de respuesta de emergencia durante la liberación del material. La modelación se puede utilizar para predecir los efectos de varios escenarios de liberación accidental, y establecer cuales escenarios representarían el mayor riesgo al personal de la instalación, la comunidad y el medio ambiente. Con lo que respecta a las posibles situaciones de riesgo que puede presentarse en la etapa operativa de la Estación de Servicio de GNC “Engie Mérida” propiedad de GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V.; se simularon con el Software PHAST 7.2.1, los eventos de modelación de una nube de gas tienen como propósito principal el predecir el área que podría resultar afectada por la presencia del material liberado. Los efectos perjudiciales dependen de las propiedades peligrosas del material liberado. Para materiales inflamables, la presencia de concentraciones de gas dentro de los límites de inflamabilidad del material es la de mayor interés debido a que en ese intervalo se



puede generar un incendio o explosión, estos pueden generarse por eventos de corrosión o pérdida de integridad mecánica. Para estas consecuencias se determinaron los radios de afectación para las zonas de alto riesgo y los de amortiguamiento, con la finalidad de estimar y observar las repercusiones al Personal, Población, Ambiente y a la Instalación/producción.

### **Criterios utilizados para el análisis cuantitativo.**

Para proporcionar los datos al simulador PHAST, se consultó la siguiente información con la finalidad de dar un análisis más claro e interpretar mejor los posibles riesgos evaluados:

- Planos de Instalaciones Mecánicas.
- Plano Arquitectónico de Conjunto.
- Consulta de estadísticas de accidentes por fuga o en instalaciones similares (Estaciones de Servicio de GNC).
- Los resultados obtenidos con la aplicación de la Metodología de Riesgo HazOp (Hazard and Operability).

### **Datos de entrada para la simulación de los Escenarios de Riesgo.**

Los datos de entrada para alimentar al Software PHAST 7.2.1, se realizaron conforme a lo siguiente:

**a).- Nombre del simulador utilizado:** Para el presente estudio se utilizará el Software PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool), Versión 7.2.1.

**b).- Nombre de la Planta o Centro de Trabajo:** Estación de Servicio “Engie Merida” propiedad de la empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I. de C.V.

**c).- Clave y nombre de los escenarios de riesgo:** Se utilizaran las siguientes claves y nombres para identificar los siguientes escenarios de riesgo:



**Tabla VIII.1.- Escenarios de riesgos.**

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
El Peor Caso	ENGIE-GNV-MRD-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 56 recipientes cilíndricos de 80 lt cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) e ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
El Caso Probable	ENGIE-GNV-MRD-CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por perdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 0.6".	Fuga de gas con ignición ( <i>flash fire, jet fire</i> ) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	ENGIE-GNV-MRD-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2".	Fuga de gas sin ignición con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Peor Caso (PC)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

\*\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Caso Probable (CP)**”, el cual deberá corresponder con base a la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

\*\*\* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como “**El Caso Alterno (CA)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.



**d).- Condiciones ambientales del sitio:** Para todos los escenarios de riesgo se tomará la temperatura ambiente promedio de la zona, la cual es de 26.3 °C, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana.

**e).- Tipo de área de localización de la instalación:** La Estación de Servicio “Engie Mérida”, se localizará en Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, Col. Centro, C.P. 97312, municipio de Mérida, Yucatán, donde no hay viviendas en el área inmediata, colinda con lotes baldíos y donde el terreno es generalmente plano.

**f).- Condiciones meteorológicas al momento de la fuga del material o sustancia peligrosa:** Para cada uno de los escenarios a simular, se tomará una velocidad del viento promedio de 1.5 m/s y la estabilidad ambiental considerada será Clase “F”, debido a que en el área donde se localizará la obra ES MUY DIFÍCIL que se presenten condiciones extremadamente estables.

**g).- Material o sustancia peligrosa bajo estudio:** En el presente estudio la sustancia que podría ser liberada sería el gas natural comprimido. De acuerdo a las Hojas de Datos de Seguridad (véase **Anexo “5.1”**) es una mezcla de hidrocarburos, donde el componente de mayor porcentaje es el metano (95%), el cual presenta características de inflamabilidad y explosividad.

En este estudio los modelos utilizados son aplicables a las consecuencias de un accidente con una sustancia inflamable, la cual pone en riesgo a la población y el ambiente. Para describir la liberación de un material en un accidente químico con un material inflamable, se necesitan al menos tres tipos de modelos:

1. Modelo de fuente de liberación.
2. Modelo de dispersión de nube.
3. Modelo de radiación térmica y explosión

La aplicación del modelo, tiene como objeto integrar las propiedades intrínsecas del material y los diversos escenarios de liberación con las condiciones ambientales particulares del sitio con el fin de conocer el comportamiento de la flama (en caso de incendio), y/o dispersión de una nube con incendio o explosión.

Los principales factores a considerar en el modelado son: inflamabilidad de la sustancia, estado físico, fuente de emisión, condiciones meteorológicas, características del sitio (topografía), y la ubicación de los receptores de interés.

En el presente análisis de consecuencias, se analizarán los siguientes eventos:

**Tabla VIII. 2.- Clase de Eventos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas.**

Clave	Nombre	Descripción
FLAM	Flamazo (Flash Fire en el idioma inglés)	Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de fuga.
CHOF	Chorro de fuego (Jet Fire en el idioma inglés)	Si un gas inflamable licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o de una tubería, el material descargado a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.
BOLF	Bola de fuego (Fire Ball en el idioma inglés)	El evento de bola de fuego resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vaporos en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE).
EXP	Explosión	Una explosión es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía. Existen explosiones físicas, que son aquellas que se originan de un fenómeno estrictamente físico como una ruptura de un tanque presurizado o un BLEVE. El otro tipo de explosiones se denominan confinadas, las cuales tienen su origen en reacciones químicas que ocurren en el interior de recipientes o edificios.
BLEVE	Explosión de Vaporos en Expansión de un Líquido en Ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)	Ocurre cuando en forma repentina se pierde el confinamiento de un recipiente que contiene un líquido combustible sobrecalentado. La causa inicial de un BLEVE es usualmente un fuego externo impactando sobre las paredes del recipiente sobre el nivel del líquido, esto hace fallar el material y permite la ruptura repentina de las paredes del tanque. Un BLEVE puede ocurrir como resultado de cualquier mecanismo que ocasione la falla repentina de un recipiente y permita que el líquido sobrecalentado se vaporice. Si el material líquido/vapor descargado es inflamable, la ignición de la mezcla puede resultar en una bola de fuego (fire ball en el idioma inglés).
VCE o UVCE (según el caso)	Explosión por una Nube de Vapor (Vapor Cloud Explosión en el idioma inglés)	Puede definirse simplemente como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera, de toda la masa de gas que se dispersa, sólo una parte de esta se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresiones por la explosión. Este evento puede ocurrir tanto en lugares confinados como en no confinados. Cuando el evento es no confinado, se le conoce como “Explosión por una Nube de Vapor no Confinada” (UVCE - Unconfined Vapor Cloud Explosión en el idioma inglés).

**Fuente:** Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001.



Para definir las dimensiones de las zonas de seguridad alrededor de la instalación, el especialista de análisis de consecuencias debe utilizar los valores de referencia estipulados por la ASEA y los recomendados en la Guía con clave DCO-GDOESSSPA-CT-001.

- **Zona de Alto Riesgo.**

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas. En la tabla VIII.3 se describen los parámetros que definen a la zona de alto riesgo.

**Tabla VIII.3.- Parámetros que Definen la Zona de Alto de Riesgo.**

Consecuencia	Descripción
Efecto de Radiación (Radiación Térmica)	*5.0 Kw/m <sup>2</sup> (1,500 BTU/pie2hr) Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2° grado sin la protección adecuada.
Efecto Explosivo	*0.070 kg/cm <sup>2</sup> (1psi) Es la presión en la que se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables.

Fuente: \*Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental, ASEA.

- **Zona de Amortiguamiento.**

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas. En la tabla VIII.4 se describen los parámetros que definen a la zona de amortiguamiento.

**Tabla VIII.4.- Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento.**

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Efecto de Radiación (Radiación Térmica).	*1.4 Kw/m <sup>2</sup> . (400 BTU/pie2hr). Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. No causará incomodidad durante exposición prolongada.
Efecto Explosivo.	*0.035 kg/cm <sup>2</sup> (0.5 psi) Ventanas pequeñas o grandes usualmente fracturadas, daño ocasional a los marcos de las ventanas.

Fuente: \*Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental, ASEA.



- **Niveles de Referencia para Daño al Equipamiento y Escalamiento de los Accidentes.**

**Efectos de Flamazo (Flash-Fire).**

Para los efectos de Flamazo no se utiliza el flujo térmico como criterio para establecer las dimensiones de la zona intermedia de seguridad. Ello está dado por las características de este evento, especialmente el corto periodo de tiempo de exposición debido a la rapidez con que ocurre este evento. La zona de afectación queda definida por las dimensiones de la nube donde ocurre el flamazo. En la tabla VIII.5 Efectos de Flamazo (Flash-Fire), se reflejan los daños esperados sobre las personas que se encuentran en la zona de afectación por un Flamazo.

**Tabla VIII.5.- Efectos de Flamazo (Flash-Fire).**

Consecuencia	Descripción
Fuera del límite de la nube inflamable (1/2 LII)	Dado que este es el límite del área con inflamabilidad, no se esperan daños ni a personas ni equipamiento.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama (1 LSI)	La probabilidad de muerte es muy elevada, considerada incluso del 100% de las personas en las áreas abiertas, envueltas en la flama instantánea por inspiración de gases candentes. Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición de la ropa o vestidos. En el caso de personas situadas en el interior de locales, probablemente estarán protegidas –aunque sea parcialmente- de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma o por el acceso de gases candentes del flamazo a los locales. En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su mortalidad se reducirá al ser menor la superficie del cuerpo expuesta, pero los efectos pueden ser mortales por la inhalación de gases candentes, si no están provistos de protección respiratoria SCBA. No se esperan daños directos al equipamiento por Flash Fire.

Fuente: Phast Software Package Description.

**Flujo de Radiación Térmica.**

La evaluación de las zonas de daño a las instalaciones y el posible escalamiento del accidente hacia otras instalaciones se realiza en función de la intensidad y tiempo de exposición a los valores de referencia del flujo térmico y el valor del pico máximo de sobrepresión de la onda expansiva.

La selección de los niveles de referencia para la radiación térmica se basa en los estudios de vulnerabilidad de diferentes tipos de estructuras y equipos en función de la intensidad del flujo térmico y el tiempo de exposición.

De la tabla VIII.6 Efectos por Radiación Térmica, se seleccionan los valores que serán utilizados para estimar las zonas de afectación, al personal, a la población, al ambiente e instalaciones.

**Tabla VIII.6.- Efectos por Radiación Térmica.**

Radiación térmica (Kw/m <sup>2</sup> )	Efecto observado
37.5	Suficiente para causar daños al equipamiento de proceso, el acero estructural cede en 20 min de exposición.
25	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera en exposición larga (sin llama iniciadora).
12.5	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera con llama iniciadora. Fundición de tubos plásticos. Causa quemaduras de tercer grado que producen la muerte instantánea.
9.5	Se alcanza el umbral de dolor después de 8 segundos, aparecen quemaduras de 2do. Grado después de 20 seg.
5	Suficiente para causar dolor al personal si es incapaz de ponerse a cubierto en 20 seg., ampollamiento de la piel (quemaduras de 2do grado), inhabilitación de las vías de escape. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.
1.4	No causa incomodidad para exposiciones largas. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.

Fuente: DCO-GDOESSSPA-CT-001



Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.

Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

### Nube de Vapores.

Los niveles de sobrepresión a evaluar se seleccionan tomando en cuenta la vulnerabilidad de las instalaciones, las estructuras constructivas y consecuentemente las personas que se encuentran en las mismas. Para el análisis, se toma como referencia los niveles que se dan en la tabla VIII. 3 parámetros que definen la zona de alto de riesgo, tabla VIII. 4 parámetros que definen la zona de amortiguamiento y para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad y se seleccionan valores de la Tabla VIII.7 Daños producidos por las ondas de expansivas de Explosión.



**Tabla VIII.7 .- Daños Producidos por las Ondas de Expansivas de Explosión.**

Sobrepresión		Efecto observado
Barg	Psi	
0.0014	0.02	Ruido Audible (137 dB si es de baja frecuencia 10-15 Hz).
0.0021	0.03	Ruptura ocasional de grandes ventanas de vidrio.
0.0028	0.04	Ruido alto (143 dB), boom sónico y ruptura de vidrios.
0.0070	0.1	Ruptura de pequeñas ventanas bajo tensión.
0.0105	0.15	Presión típica para ruptura de vidrios de ventanas.
0.0207	0.3	"Distancia segura" (probabilidad 0.95 de que no se produzcan daños serios por debajo de este valor); límite de los proyectiles; algunos daños a los techos de las casas; 10% de ruptura de las ventanas de vidrio.
0.0280	0.4	Daños estructurales menores limitados.
0.0350	0.5	Las ventanas pequeñas y grandes son aplastadas. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT.
0.05	0.7	Daños menores a estructura de las casas.
0.07	1	Demolición parcial de casas, pueden ser inhabitables/ Las láminas de asbesto son aplastadas, fallan las uniones de paneles de acero y aluminio doblándose, los paneles vuelan. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT.
0.14	2	Colapso parcial de muros y techos de edificaciones/ Las paredes de concreto o de bloques ligeros no reforzadas son aplastadas.
0.16	2.3	Límite inferior de los daños estructurales serios.
0.18	2.5	50% de destrucción de los muros de ladrillo de las casas.
0.21	3	Daños ligeros a maquinarias pesadas (3000 lb) en edificios industriales. Los edificios de estructuras metálicas se distorsionan y pueden ser sacados de sus cimientos. /Los edificios de paneles de acero (con o sin marcos de refuerzo son demolidos. Ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.28	4	El revestimiento de los edificios industriales ligeros se rompe.
0.35	5	Destrucción casi completa de las casas.
0.49	7	Los vagones de ferrocarril cargados se vuelcan.
0.56	8	Los paneles de ladrillos de 8-12" de espesor, no reforzados, fallan por cortante o por flexión.
0.63	9	Carros de ferrocarril cargados son destruidos completamente.
0.70	10	Probable destrucción total de edificios, las máquinas herramientas pesadas (7000 lb) son movidas y seriamente dañadas, las máquinas herramientas muy pesadas (12,000 lb) sobreviven.
21	300	Límites de los bordes del cráter de la explosión.

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001

-  Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.
-  Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

### Explosión de Nube de Gas no Confinada (UVCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión. Para que la probabilidad de que ocurra una explosión de una nube de vapor no confinada se requiere que la masa en la nube de vapor fugada sea mayor o igual a 1000 kilogramos de acuerdo con la guía para Análisis de Riesgos Cuantitativos de Procesos Químicos de la AICHE, “Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, AICHE, CCPS, Second edition año 2000, paginas 157-217.

#### VI.3.1. Radios potenciales de afectación.

A continuación, se presentan los eventos de riesgo y zonas de afectación determinados con el simulador PHAST 7.2.1:

**Tabla VIII.8.-** Resultados obtenidos de las simulaciones.

Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas Intermedia de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.
			VLE P 5 ppm (m)	VLE PPT 1 ppm (m)	5 KW/m <sup>2</sup> (m)	1.4 KW/m <sup>2</sup> (m)	LII (m)	0.5 LII (m)	1psi (m)	0.5psi (m)
ENGIE-GNV-MRD-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 56 recipientes cilíndricos de 80 lt cada uno.	FLAM					10.01	13.47		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF								
		BOLF			139.40	260.32				
		UVCE							75.94	118.31
		NT								



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:**  
**“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”**



Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas Intermedia de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.
			VLE P 5 ppm (m)	VLE PPT 1 ppm (m)	5 KW/m <sup>2</sup> (m)	1.4 KW/m <sup>2</sup> (m)	LII (m)	0.5 LII (m)	1psi (m)	0.5psi (m)
ENGIE-GNV-MRD-CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	FLAM					N/A	N/A		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			23.06	31.32				
		UVCE							42.04	49.78
		NT								
ENGIE-GNV-MRD-CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por pérdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø. Diámetro de la fuga 0.6"	FLAM					6.18	15.56		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			11.03	14.17				
		UVCE							15.50	20.18
		NT								
ENGIE-GNV-MRD-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1".	FLAM					32.31	83.40		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			44.79	63.77				
		UVCE							104.16	119.69
		NT								
ENGIE-GNV-MRD-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2".	FLAM					12.13	33.69		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			17.62	23.72				
		UVCE							39.31	45.29

FLAM: flamazo (flash fire); CHAF: charco de fuego (pool fire); CHOF: chorro de fuego (jet fire); UVCE: explosiones de nubes de vapor no confinadas (Unconfined Vapour Cloud Explosion); NT: nube tóxica (no aplica para este estudio).



De acuerdo a los eventos simulados y a los radios de afectación obtenidos, los riesgos más probables serían los que causarían menor riesgo y pueden ser causados por fallas mecánicas durante la vida útil o en actividades de mantenimiento (disminución de espesores en las tuberías, pérdida de la protección anticorrosiva, fallas en soldaduras, conexiones, etc.) en las tuberías que conducirán el gas natural comprimido hasta los surtidores y los riesgos más catastróficos pueden ser causados por fugas en los cilindros de almacenamiento, ya que es donde se concentrará el gas natural comprimido, además de los riesgos por golpes con agentes externos (fenómenos naturales, sabotajes, automóviles u otros) en los dispensarios, pero estos se pueden minimizar debido a la frecuencia con la cual pueden presentarse.

En el **Anexo “6.7”** se muestran los resultados obtenidos mediante las simulaciones con el Software PHAST. En el **Anexo “6.8”** se incluyen los ortomapas de localización, donde se indican los radios de afectación (zona de alto riesgo y zona de amortiguamiento) para los eventos de explosividad e inflamabilidad (**“El Peor Caso”**, **“El Caso Probable”** y **“El Caso Alterno”**).

A continuación, se describen los escenarios de riesgo y cabe hacer mención que todos son hipotéticos. Los escenarios descritos en esta sección corresponden a eventos de pérdida de contención, en los cuales se plantea que se fuga de sustancia y que esta encuentra una fuente de ignición.



Tabla VIII-9.- Descripción de los escenarios de riesgo.

Clave del Escenario	Descripción.
<p><b>ENGIE-GNV-MRD-PC-1:</b></p>	<p>Se supone una ruptura catastrófica en cilindros de almacenamiento de gas natural comprimido, originado por pérdida de integridad mecánica, provocándose una liberación de gas con ignición (<i>flash fire, fire ball, sobrepresión</i>). De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para radiación térmica de 139.40 m (5 Kw/m<sup>2</sup>) y una zona de amortiguamiento de 260.32 m (1.4 Kw/m<sup>2</sup>); para sobrepresión zona de alto riesgo de 75.94 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 118.31 m (0.5 psi). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores y cuarto eléctrico. El personal que se vería afectado sería personal de ENGIE y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.</p>
<p><b>ENGIE-GNV-MRD-CA-1:</b></p>	<p>Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.2" Ø en línea de succión de gas de proceso de 3" Ø, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 42.04 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 49.78 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 23.06 m (5 Kw/m<sup>2</sup>) y una zona de amortiguamiento de 31.32 m (1.4 Kw/m<sup>2</sup>). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores y cuarto eléctrico. El personal que se vería afectado sería personal de ENGIE y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el</p>



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:**

**“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”**



	apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
<b>Clave del Escenario</b>	<b>Descripción.</b>
<b>ENGIE-GNV-MRD-CMP-1:</b>	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.6” Ø en línea de succión de gas de proceso de 3” Ø, originado por pérdida de integridad mecánica o corrosión, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 15.50 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 20.18 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 11.03 m (5 Kw/m <sup>2</sup> ) y una zona de amortiguamiento de 14.17 m (1.4 Kw/m <sup>2</sup> ); Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores y cuarto eléctrico. El personal que se vería afectado sería personal de ENGIE y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
<b>ENGIE-GNV-MRD-CA-2:</b>	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.0” Ø en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 104.16 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 119.69 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 44.79 m (5 Kw/m <sup>2</sup> ) y una zona de amortiguamiento de 63.77 m (1.4 Kw/m <sup>2</sup> ). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores y cuarto eléctrico. El personal que se vería afectado sería personal de ENGIE y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como:



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:  
“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”



Clave del Escenario	Descripción.
ENGIE-GNV-MRD-CMP-2:	<p>Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.</p> <p>Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.2" Ø en en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 39.31 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 45.29 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 17.62 m (5 Kw/m<sup>2</sup>) y una zona de amortiguamiento de 23.72 m (1.4 Kw/m<sup>2</sup>). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores y cuarto eléctrico. El personal que se vería afectado sería personal de ENGIE y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmósferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.</p>



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:

“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”



# CAPÍTULO IX

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

--	--	--



## IX. SEÑALAMIENTOS DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD EN MATERIAL AMBIENTAL.

### IX.1. Interacciones de riesgo.

De acuerdo a los radios de afectación obtenidos mediante la simulación con el Software PHAST y a la ubicación que tendrá la instalación, dentro de la zona de alto riesgo para todos los eventos planteados, no se localizarán instalaciones o equipos que se dediquen a las actividades industriales o altamente riesgosas. En caso de presentarse un evento de riesgo mayor, la infraestructura afectada sería la correspondiente a la estación de Servicio “Engie Mérida” de la empresa GE GASECO GNV REGIÓN GOLFO S.A.P.I. de C.V.

### IX.2. Recomendaciones técnico-operativas.

A continuación, se listan las recomendaciones emitidas en el presente estudio y aprobadas por los participantes del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).

**Tabla IX.1.-** Recomendaciones técnicas-operativas derivadas de la reunión HazOp.

No.	Código	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R01	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-01	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración de los indicadores de presión.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R02	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-02	Presentar certificados de calidad de los materiales de tuberías, bridas, espárragos y empaques; así como de especificaciones de los instrumentos y las válvulas de proceso y control.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R03	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-03	Presentar reportes de mantenimiento y calibración de las válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV) y válvulas de corte tipo ON/OFF (SDV).	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R04	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-04	Presentar los reportes de resultados de exámenes radiográficos y pruebas hidrostáticas de los circuitos de tubería y equipos de proceso.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R05	AR-2020-	Presentar evidencia de personal	Operativo	Zona de Riesgo



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:**  
**“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”**



	ENGIE-GNV-MRD-05	capacitado y adiestrado para actividades de Operación, Mantenimiento y Respuesta a emergencias en sistemas de compresión de gas.	(O)	<b>Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R06	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-06	Presentar evidencias del protocolo de comunicación entre personal operativo del proveedor del gas natural y ENGIE, para el informe del monitoreo de las condiciones operativas y atención a emergencias.	Operativo (O)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R07	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-07	Mantener la identificación de válvulas, equipos e instrumentos del sistema de compresión en sitio.	Operativo (O)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R08	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-08	Elaborar y difundir a todo el personal el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE).	Seguridad (S)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R09	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-09	Realizar simulacros operacionales de acuerdo al Protocolo de Respuestas a Emergencias.	Seguridad (S)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R10	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-10	Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores.	Seguridad (S)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R11	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-11	Dar cumplimiento al programa de mantenimiento del Sistema de Paro de Emergencia.	Mantenimiento (M)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R12	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-12	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración del sistema de detección de gas.	Mantenimiento (M)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R13	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-13	Mantener en condiciones de confiabilidad operativa el Sistema de Detección Electrónica de Mezclas Explosivas (SDEF) y Calibración de las alarmas en los detectores.	Operativo (O)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R14	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-14	Cumplir con el programa de revisión y mantenimiento del equipo contraincendios (extintores).	Mantenimiento (M)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>
R15	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-15	Cumplir con el programa de mantenimiento predictivo/preventivo a paquete de compresión (vibración, termografía, inspección con ultrasonido y líquidos penetrantes, análisis del aceite y anticongelante).	Mantenimiento (M)	<b>Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)</b>



No.	Código	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R16	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-16	Seguimiento con el programa de mantenimiento a sistema de enfriamiento.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R17	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-17	Cumplir programa de mantenimiento de los compresores de aire.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R18	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-18	Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Estación de Servicio.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R19	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-19	Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R20	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-20	Establecer comunicación efectiva entre personal administrativo y operativo para la correcta atención de emergencias.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R21	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-21	Elaborar y difundir al personal, el procedimiento de investigación de incidentes y accidentes.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R22	AR-2020-ENGIE-GNV-MRD-22	Elaborar procedimientos operativos de inspecciones a la instalación de acuerdo a las NOM-002-SECRE-2010 y NOM-010-ASEA-2016.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)

### IX.3. Sistemas de seguridad.

Con el fin de cumplir con los requerimientos obligatorios que nos marca la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), para la operación segura y confiable de este tipo de infraestructura. Para el proyecto de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Engie Merida” de la Empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I de C.V.”, se tienen contemplados los siguientes elementos para salvaguardar el medio ambiente, así como la seguridad del personal e instalación.



**Tabla IX.2.-** Salvaguardas de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Engie Merida”.

Concepto	A	B	C
<b>1.- Sistemas y equipos.</b>			
Sistema de Paro por Emergencia.	X	X	X
Sistemas de control de inventarios.	X		
Sistemas de monitoreo electrónico de fugas.	X		X
Sistema de venteo.	X		X
Red de tierras.			X
<b>2.- Instalaciones.</b>			
Alarma sonora/luminosa.	X		
Detectores de mezclas explosivas.	X		
Cerca perimetral.	X		
Instalaciones eléctricas a prueba de explosión en áreas peligrosas.			X
<b>3.- Accesorios.</b>			
Válvulas de seguridad (SDV).		X	
Válvulas controladoras de presión (PCV).			X
Válvulas controladoras de flujo (FCV).			X
Válvula de retención (Check)			X
Medidor de flujo másico			X
Indicadores de presión (IP).			X
Indicadores de temperatura (IT).			X
Botones de paro de emergencias.		X	X



Concepto	A	B	C
<b>4.- Procedimientos.</b>			
Pruebas de hermeticidad de tanques y tuberías con sistemas fijos y móviles.	X		X
Programas de mantenimiento.	X	X	X
Plan de Respuesta a Emergencias.			X

- A) Protección al medio ambiente.
- B) Prevención de fugas.
- C) Seguridad.

#### IX.4. Medidas preventivas.

Durante el funcionamiento de la Estación de Servicio “Engie Mérida”, se promoverá que todas las actividades que se realicen se desarrollen dentro de un marco de seguridad para evitar daños al medio ambiente debido a una contingencia o accidente.

#### IX.5. Revaloración del riesgo ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las simulaciones para los posibles eventos de riesgo planteados y analizando los sistemas y dispositivos de seguridad a emplearse para la construcción de la Estación de Servicio “Engie Mérida”; se determina que no se requiere de una revaloración de riesgo ambiental.

Por otro lado, el nivel de riesgo obtenido inicialmente fue Normal, por lo cual, no se requirió una revaloración del riesgo a detalle toda vez que el riesgo es ACEPTABLE.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
Y EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL:

“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO PARA USO  
AUTOMOTOR “ENGIE MÉRIDA” DE LA EMPRESA GE GASECO GNV  
REGIÓN GOLFO S.A.P.I. DE C.V.”



# CAPÍTULO XI

## CONCLUSIONES

--	--	--



## XI. CONCLUSIONES.

### XI.1. Conclusiones en materia de impacto ambiental.

Al concluir el análisis del estudio y de cada uno de los factores ambientales y sociales que resultarían impactados por la realización de este proyecto, se concluye en materia ambiental lo siguiente:

- Desde el punto de vista ambiental y de acuerdo con los resultados de este estudio, se concluye que la ubicación del proyecto se localiza en un área que no es relevante desde el punto de vista biótico. De acuerdo a la visita de campo (ver memoria fotográfica en **Anexo “4.4”**) y a la carta del uso del suelo y vegetación del INEGI, la vegetación de esta zona está representado en su totalidad por pastizales.
- Con relación al suelo, se tendrán impactos significativos durante la vida útil del proyecto, esto provocado por los trabajos de nivelación y compactación del terreno.
- Respecto a la fauna, los impactos serán poco significativos sobre la biodiversidad de los vertebrados terrestres existentes en la zona de influencia, ya que no será alterada la riqueza y abundancia de las especies. Los impactos serán poco significativos para las poblaciones de vertebrados, especialmente en aves de la zona, que son las más abundantes. Dentro de esta clasificación y en cuanto a los insectos, éstos presentan una gran adaptabilidad a los diversos cambios en los microclimas. Los mamíferos, anfibios y reptiles serían medianamente afectados por su poca diversidad y presencia en el área del proyecto.
- En las diversas fases de construcción deberán observarse todas las medidas y disposiciones relacionadas con la protección y salvaguarda del ambiente, contenidas en la LGEEPA y sus reglamentos, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, Normas Oficiales Mexicanas y otras disposiciones federales, Estatales y Municipales aplicables.



- La obra a construirse es factible desde el punto de vista ambiental, ya que se infiere no habrá afectación severa o moderada al entorno y tampoco en las actividades socioeconómicas que se efectúen en las poblaciones aledañas al sitio de interés.
- El área donde se localizará el proyecto NO se encuentra dentro de Áreas Naturales Protegidas o Regiones Prioritarias para la conservación de la biodiversidad.
- En el aspecto socioeconómico, la obra beneficiará el empleo de las comunidades cercanas por un corto tiempo, siendo necesario recalcar que las actividades de los habitantes son principalmente comerciales y de servicios, por lo que los impactos son considerados como poco significativos.
- Los mencionados ambientes presentan indicaciones de previa perturbación por las actividades citadas anteriormente, lo cual ha implicado una ruptura en el equilibrio ecológico.
- La restauración y conservación en la etapa de abandono es imprescindible, con el fin de garantizar un mejor manejo sustentable y armonizar un ambiente congruente con el desarrollo comunitario, que permita mantener el equilibrio de los ecosistemas naturales cercanos al área de proyecto.

De lo anteriormente expuesto, se concluye que la construcción y operación para el proyecto denominado “**Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Engie Mérida” de la empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I. de C.V.**”, es **ACEPTABLE** desde el punto de vista de Impacto Ambiental, considerando que se cumplirán todas las medidas de seguridad que se indican en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-010-SECRE-2002 “Gas Natural Comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio” y 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”, ya que todas serán sometidas a pruebas muy rigurosas que garanticen la seguridad de la instalación.

Asimismo, se sigan y cumplan los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

## **XI.2. Conclusiones en materia de riesgo ambiental.**

Mediante la elaboración del presente Estudio de Riesgo, se determinan las siguientes conclusiones:

1. Las etapas que comprende el proyecto cumplirán con la normatividad en materia de seguridad industrial, operación y mantenimiento para evitar riesgos al personal, a la población aledaña y al ambiente.
2. El proyecto fue diseñado con códigos, especificaciones y normas nacionales e internacionales de diseño de equipos y tuberías aplicables y en base a los **Requisitos Mínimos de Seguridad señaladas en la NOM-010-SECRE-2002 y NOM-010-ASEA-2016.**
3. El área de estudio es considerada una zona sísmica de baja o nula intensidad, identificada como una zona tectónicamente estable, por lo que el terreno no es susceptible a sismos, corrimientos de tierra, derrumbes, ni hundimientos de tierra, tampoco existe pérdida de suelo, además de que no se tiene registro de accidentes ocasionados por terremotos.
4. De acuerdo a las variables climatológicas para el área de proyecto, los efectos meteorológicos adversos no representan un factor determinante de riesgo para la operación y mantenimiento de la Estación de Servicio.
5. El proyecto contará con la infraestructura básica necesaria para operar con seguridad (ver hojas de trabajo en Anexo “5.5”), incluyendo rutas de evacuación y puntos de reunión, Protocolos de Respuesta a Emergencias (PRE), procedimientos de operación y programas de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros.



6. El estudio realizado a la Estación de Servicio Estación “Engie Mérida”, nos llevó a la identificación de escenarios de riesgos que requieren que se realicen acciones para disminuir el riesgo.
7. A partir de la aplicación de la Técnica HazOp, se analizaron 4 Nodos y se propusieron un total de 22 recomendaciones. Las recomendaciones emitidas por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), están fundamentadas en la normatividad actual y en las buenas prácticas de ingeniería y están enfocadas a la disminución del peligro durante la operación del Proyecto de **“Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Engie Mérida” de la empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I. de C.V.”**.
8. La técnica aplicada para la identificación de los escenarios de riesgo, fue la metodología Análisis de Peligro y Operabilidad (HazOp), la cual es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la Operación de la Estación de Servicio, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes. Los resultados de esta metodología durante la reunión multidisciplinaria se incluyen en el **Anexo “5.5”**.
9. Para calcular el valor de riesgo ambiental, se determinaron los valores de frecuencia y consecuencia de manera cuantitativa, utilizando como base una Matriz de Riesgo 6 x 6 que fue tomada del procedimiento PSI-PRO-OP-001-2018 “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias”, con el objetivo de valorar cada situación de riesgo identificado. La Matriz para medir el riesgo se formo con dos variables:
  - a).- Probabilidad de liberación de la sustancia (gas natural comprimido).
  - b).- Severidad de las consecuencias en caso de liberación de la sustancia (gas natural comprimido) y sus repercusiones al Personal, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.



Al multiplicar estas dos variables se obtiene un valor que además de representar el riesgo, permite determinar las situaciones de riesgo de mayor severidad.

10. Se desarrolló el análisis de consecuencias mediante el Software PHAST 7.2.1 (Process Hazard Analysis Software Tool), que es un modelo de dispersión elaborado por la Det Norske Veritas (DNV), para 3 escenarios de riesgo (Peor Caso, Caso Mas Probable y Caso Alternativo), simulando los eventos de incendio (inflamabilidad) y explosión (Sobrepresión). Posteriormente se representaron los radios de afectación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, en ortomapas con imágenes satelitales del año 2019, obtenidas a través de la fuente Google Earth Plus.

11. Los riesgos que pueden presentarse durante la Operación de la Estación de Servicio, son una fuga de gas natural comprimido con o sin ignición, con formación de nube explosiva (*sobrepresión*). De acuerdo a la metodología de identificación de riesgo empleado (HazOp) y a los radios de afectación obtenidos mediante el simulador RIESGO, los eventos de riesgo más catastróficos (considerados en este estudio como “**Peor Caso**”), sería una fuga de gas con posibilidad de generarse una nube explosiva, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

12. Todos los escenarios de riesgos descritos en el presente estudio son hipotéticos y corresponden a eventos de pérdida de contención, en los cuales se plantea que se fuga la sustancia y que esta encuentra una fuente de ignición.



13. Se concluye que el proyecto denominado: “**Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Engie Mérida” de la empresa GE Gaseco GNV Región Golfo S.A.P.I. de C.V.”** es ACEPTABLE en materia de riesgo ambiental, ya que de acuerdo al presente Estudio de Evaluación de Riesgo Ambiental tiene un Índice de Riesgo Aceptable en las condiciones de operación con las que se pretende poner en funcionamiento (debiendo proporcionar atención indicada a las medidas de seguridad y/o controles, además de seguir y cumplir los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritas en el presente Estudio de Riesgo), ya que la frecuencia o probabilidad con la que pueden presentarse eventos de riesgos mayores (golpes con agentes externos) en el área de compresión, sistema de almacenamiento o tuberías son remotos, por lo tanto, esto disminuye el índice de riesgo.



## XII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

### XII.1. Formatos de presentación.

#### XII.1.1. Planos definitivos.

##### ➤ Planos en materia de Impacto Ambiental.

Descripción del plano	Anexo donde se incluye
Ortomapas de Localización (Sobreposición), escala 1:80 y 1:350.	Anexo “4.1”
Ortomapa de Zonas de Interés.	Anexo “4.2”
Cartas Temáticas del INEGI.	Anexo “4.3”
Planos de la Estación de Servicio.	Anexo “6.1”

##### ➤ Planos de localización en materia de Riesgo Ambiental.

Descripción del plano	Anexo donde se incluye
Ortomapas de localización de Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, escala 1:80.	Anexo “6.1”

#### XII.1.2. Fotografías.

En el Anexo “4.4” se presenta la memoria fotográfica del proyecto, en donde se muestra el área que ocupará la Estación de Servicio, así como sus colindancias y puntos de interés.



### XII.3. Glosario de términos.

<b>Abandono del sitio</b>	Liberación del uso y propiedad de instalaciones, previa verificación del cumplimiento de todos los requisitos legales y ambientales correspondientes.
<b>Accidente</b>	Acontecimiento no planeado que altera el funcionamiento normal de las instalaciones y/o equipo de las instalaciones y/o equipos de la industria. Causándole averías graves, acompañado o no de daños importantes a trabajadores, al medio ambiente a terceros en sus bienes y/o en sus personas.
<b>Aguas negras</b>	Desechos líquidos y sólidos provenientes de los sanitarios.
<b>Aguas pluviales</b>	Aguas que provienen de la precipitación pluvial.
<b>Aguas Subterráneas</b>	Agua dulce encontrada debajo de la superficie terrestre, normalmente en mantos acuíferos, los cuales abastecen a pozos y manantiales.
<b>Aguas Superficiales</b>	Toda el agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, depósitos, estanques, charcos, arroyos, represas, mares, estuarios, etc.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales.
<b>Ambiente</b>	Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado.
<b>Anteproyecto y Proyecto</b>	Conjunto de planos desarrollados por una compañía especializada en proyecto y construcción de Estaciones de Servicio.
<b>Áreas peligrosas</b>	Zonas en las cuales la concentración de gases o vapores de combustible existe de manera continua, intermitente o periódica en el ambiente, bajo condiciones normales de operación.



<b>Atmósfera explosiva</b>	Mezcla de gases o vapores de combustibles en el aire, que alcanzan concentración de explosividad.
<b>Boquilla de descarga</b>	Componente de la Terminal de Descarga que se acopla al Conector de Descarga de los Módulos de almacenamiento transportables para transferir GNC a la Terminal.
<b>Cambio de uso de suelo</b>	Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
<b>Carretera pavimentada</b>	Camino hecho sobre la base de un revestimiento, con materiales resistentes al tráfico de vehículos pesados y con una superficie tersa de rodamiento de asfalto.
<b>Compresor</b>	Aparato diseñado específicamente para aumentar la presión del Gas Natural.
<b>Conector de llenado</b>	Componente que se instala en el extremo de las mangueras de los Postes de las Terminales de Carga o de los Surtidores de las Estaciones de Suministro, que se acopla a la Boquilla de Recepción de los Módulos de almacenamiento transportables o de los vehículos automotores para transferir GNC de la Terminal de Carga o de la Estación a los recipientes de almacenamiento de GNC.
<b>Conectores</b>	Elementos que se utilizan para conectar las tuberías de un sistema, por ejemplo: coples, niples, codos, té y acoplamientos cruzados; pero no incluye Componentes para la operación, por ejemplo: válvulas y Reguladores de presión.
<b>Consecuencia</b>	Una medida de los efectos esperados en el resultado de un incidente, en otras palabras, la severidad del incidente en términos de heridas del personal y el daño a la propiedad.



<b>Contaminación</b>	La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
<b>Contaminante</b>	Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar a la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
<b>Contingencias</b>	Posibilidad de que una cosa suceda o no suceda, riesgo, probabilidad, eventualidad.
<b>Coordenadas geográficas</b>	Son las referencias que se requieren para fijar la situación de un punto cualquiera, sobre la superficie de la tierra, y éstas son: latitud, longitud y altitud.
<b>CRETIB</b>	Código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos. Se forma con las iniciales de: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico-Infecioso.
<b>Cuenca hidrológica</b>	Se le denomina a toda aquella superficie en la cual, toda el agua que escurre reconoce a esa corriente.
<b>Depósito para desperdicios</b>	Área para almacenar basura y desperdicios que se generen en la operación de la Estación de Servicio.
<b>Desechos sólidos</b>	Materiales inútiles y dañinos. Incluyen la basura municipal, los desechos generados por las actividades comerciales e industriales, el lodo de las aguas negras, los desperdicios resultantes de las operaciones agrícolas y de la cría de animales y otras actividades relacionadas.
<b>Dispensario</b>	Equipo electro-mecánico con el cual se abastece de Gas Natural Comprimido el vehículo de automotor.
<b>Dispositivo Identificador del vehículo</b>	Dispositivo electrónico instalado en el vehículo, que almacena la información relacionada a las condiciones del Sistema vehicular.



<b>Dispositivo de Relevo de Presión (DRP)</b>	Dispositivo diseñado para abrir, debido a las condiciones de emergencia o anormales, a efecto de liberar Gas Natural y evitar un aumento de la presión en el recipiente o tubería que protege, por encima de un valor especificado. El dispositivo puede ser del tipo que puede volver a cerrarse o del tipo que debe ser reemplazado después de cada uso, por ejemplo: los que tienen un disco de ruptura o tapón fusible.
<b>Dispositivo de Relevo de Presión activado por presión</b>	Dispositivo con disco de ruptura que abre para liberar Gas Natural cuando la presión del recipiente o la tubería a la que está conectado exceden el valor establecido.
<b>Dispositivo de Relevo de Presión activado por temperatura</b>	Dispositivo con tapón fusible que se funde y abre cuando se alcanza una temperatura de $373.15\text{ }^{\circ}\text{K} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{K}$ para liberar Gas Natural del recipiente o de la tubería en caso de incendio.
<b>Dispositivo de Ruptura de la Manguera</b>	Es un Componente instalado entre el Punto de Suministro de la manguera y el Conector de Llenado de los Postes y de los Surtidores, que se separa cuando el Conector de Llenado es jalado con una fuerza de magnitud prestablecida, a efecto de proteger al Surtidor del daño que podría causar una fuerza mayor que pudiera ocurrir cuando un vehículo accidentalmente se aleja sin que haya sido desacoplado el Conector de Llenado de la Boquilla de Recepción del vehículo.
<b>Dispositivo de Ruptura del Poste o Surtidor</b>	Componente instalado inmediatamente antes de los Postes o de los Surtidores para cerrar el flujo de Gas Natural en caso de que el Poste o el Surtidor sea arrancado de su soporte de montaje y que resulte en daño de la tubería.
<b>Disposición final</b>	Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.



<b>Dispositivo para llenado</b>	Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento por medio del cual se transfiere el combustible del auto tanque hacia el tanque de almacenamiento.
<b>Edafología</b>	Ciencia que trata sobre el origen y desarrollo de los suelos, sus propiedades y localización geográfica. Sus conceptos se basan en estudios sobre el origen de los suelos, sus propiedades físicas, químicas, minerales y biológicas.
<b>Emergencia</b>	Accidente que por su gravedad requiere la atención inmediata para alcanzar nuevamente la continuidad de las actividades normales.
<b>Equipos de contraincendio</b>	Dispositivos, instalaciones y accesorios fijos, móviles o portátiles para combatir fuegos.
<b>Estación de Suministro de GNC</b>	Conjunto de Componentes que recibe Gas Natural mediante un ramal de línea de un sistema de distribución o de transporte de Gas Natural por ductos, para acondicionarlo como GNC y suministrarlo mediante Surtidores con Llenado Rápido y/o mediante Postes con Llenado Lento, como combustible de vehículos automotores.
<b>Especies Amenazadas</b>	Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
<b>Especies en Peligro de Extinción</b>	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
<b>Especies Sujetas a Protección Especial</b>	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.



<b>Estiaje</b>	Período del año en las que ocurren las menores precipitaciones, y en donde el nivel del agua en los ríos, lagos y lagunas es el más bajo.
<b>Estudio de Impacto Ambiental</b>	Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
<b>Estudio de Riesgo Ambiental</b>	Instrumento mediante el cual se identifican, analizan y evalúan, con base metodológicas, los riesgos ambientales relacionados con la realización de actividades altamente riesgosas, considerando su potencial de afectación y la vulnerabilidad de los ecosistemas para determinar las medidas técnicas de seguridad y preventivas, tendientes a minimizar, controlar y mitigar sus efectos adversos al equilibrio ecológico, al ambiente o a la población.
<b>Fisiografía</b>	Disciplina que se encarga de la descripción de los rasgos físicos de la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella se producen.
<b>Fuente de ignición</b>	Un objeto o sustancia con capacidad de liberar energía del tipo y magnitud suficiente para encender una mezcla inflamable de gases y vapores que pueda ocurrir en la Estación de Suministro o a bordo del vehículo.
<b>Fuga</b>	Salida accidental de un fluido por un orificio o abertura.
<b>Gas Natural Comprimido (GNC)</b>	Gas Natural que ha sido presurizado y acondicionado para su posterior almacenamiento, distribución o expendio.
<b>Geología</b>	Ciencia que estudia la composición, estructura y desarrollo de la corteza terrestre y sus capas más profundas.
<b>Hábitat</b>	Lugar y sus alrededores, tanto vivos como no vivientes, donde habita una población determinada.



<b>Huracán</b>	Perturbación atmosférica constituida por un fuerte movimiento de aire en forma de torbellino, describiendo grandes círculos; su diámetro aumenta a medida que avanza apartándose de las zonas tropicales en donde tiene su origen.
<b>Impacto Ambiental</b>	Modificación al ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.
<b>Incendio</b>	Estado que se presenta cuando el fluido de hidrocarburos emitido a la atmósfera se inflama.
<b>Instalación eléctrica a prueba de incendio</b>	Sistema de accesorios y tuberías que no permiten la salida de atmósfera caliente generada por corto circuito en su interior y evita el acceso de vapores inflamables del exterior.
<b>Llenado Lento</b>	Condición donde el GNC pasa directamente del Sistema de Acondicionamiento a los Postes de llenado de Módulos de almacenamiento transportables o Sistemas vehiculares.
<b>Llenado Rápido</b>	Condición donde el GNC pasa del Sistema de Acondicionamiento al Sistema de almacenamiento estacionario y después a los Surtidores de llenado de Recipientes vehiculares.
<b>Lector de Dispositivo Identificador</b>	Elemento electrónico que identifica, lee y envía los datos provenientes del Dispositivo Identificador del vehículo, al Sistema de Verificación para el suministro de GNC.
<b>Material no combustible</b>	Material que en presencia de fuego o calor no se quema, ni se consume y tampoco libera vapores o humos.
<b>Material peligroso</b>	Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, o Biológico-Infecioso).



<b>Medidas de prevención</b>	Conjunto de acciones que ejecutará el promovente, para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
<b>Medidas de mitigación</b>	Conjunto de acciones que ejecutará el promovente, para atenuar los impactos y reestablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare por la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
<b>Módulo de almacenamiento</b>	Conjunto de Recipientes cilíndricos para GNC, soportados en posición horizontal o vertical por una estructura adecuada y que están interconectados para que funcionen como unidad, la cual puede ser transportable o estacionaria.
<b>Normas Oficiales Mexicanas</b>	Regulación técnica de carácter obligatorio derivadas de la Ley Federal de Metrología y Normalización, sustentadas con base en un análisis costo-beneficio.
<b>Plan</b>	Documento que provee y determina anticipadamente los cursos de acción a seguir y que fundamentalmente las decisiones en hechos para aproximarse a los objetivos y previamente seleccionados.
<b>Preservación</b>	El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evaluación y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad.
<b>Plan de Respuesta a Emergencias</b>	Programa de actividades enfocadas a salvaguardar la integridad física de las personas, así como proteger las instalaciones, bienes e información vital, ante la ocurrencia de un riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
<b>Presión de Llenado</b>	Presión alcanzada en el momento en que se llena el o los Recipientes vehiculares y/o recipientes transportables. La presión debe ser controlada y limitada automáticamente para no exceder la Presión de Servicio Nominal de dichos recipientes.
<b>Procedimiento</b>	La descripción de las actividades de manera secuencial de una tarea o tareas específicas, aplicable a la operación, mantenimiento, revisión e investigación, entre otros; de equipos críticos y de los procesos.



<b>Pruebas de hermeticidad</b>	Prueba no destructiva utilizada para evaluar la posible existencia de fugas de combustible en tanques y tuberías.
<b>Reciclaje</b>	Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, escogen, clasifican, empacan, almacenan y comercializan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.
<b>Residuo</b>	Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso.
<b>Residuos peligrosos</b>	Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables o Biológico-infecciosas (CRETIB), representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.
<b>Responsabilidad</b>	Obligación de un subordinado para desarrollar deberes asignados o implicados.
<b>Restauración</b>	Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
<b>Seguridad</b>	Es el grado de confiabilidad de las instalaciones o parte de ellas, cuyo enfoque se debe orientar hacia el mejoramiento de la calidad durante mantenimiento e inspección de las operaciones en ductos nuevos y existentes.
<b>Sistema de drenaje</b>	Instalación que permite recolectar, conducir y desalojar las aguas negras y pluviales de la Estación de Servicio.



<b>Sistema de paro de emergencia</b>	Sistema capaz de suspender el suministro de energía eléctrica de forma inmediata, en toda la red que se encuentra conectada al centro de control de motores y alimentación de dispensarios.
<b>Sistema de tierra física</b>	Accesorios e instalación eléctrica a base de cable de cobre desnudo interconectado en red, diseñado para evitar la acumulación de cargas electroestáticas y para enviar a tierra las fallas causadas por aislamiento que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa.
<b>Surtidor</b>	Dispositivo utilizado para medir y transferir gas natural comprimido de la estación de servicio a los vehículos en el cual se muestra la cantidad entregada, el precio unitario y el importe total a pagar.
<b>Tablero de alumbrado</b>	Es el tablero donde se localizan los interruptores que controlan el sistema de iluminación.
<b>Temperatura de rocío</b>	Temperatura a la cual el vapor de agua empieza a condensarse en una corriente de gas natural.
<b>Tienda de conveniencia</b>	Local comercial donde se expenden productos de abarrotes y enseres menores.
<b>Topografía</b>	Disciplina científica que se ocupa de los métodos de cartografía, con el objeto de representar una superficie del terreno en un mapa.
<b>Válvula de corte</b>	Dispositivo de cierre de paso de gas natural comprimido, puede ser de operación manual o automática.
<b>Válvula de relevo de presión</b>	Dispositivo que desfoga el exceso de presión, cuando esta sobrepasa el nivel máximo predeterminado para los recipientes y para el sistema de compresión o despacho.
<b>Válvula supresora de flujo</b>	Dispositivo que impide el paso de gas natural comprimido cuando existe una pérdida brusca de presión o un exceso de flujo.



**Vegetación** Agrupación o asociación de plantas que forman una cubierta sobre el terreno. La vegetación puede estar formada por grupos de árboles, arbustos o hierbas.

**Vientos dominantes** Son aquellos que soplan la mayor parte del año en una misma dirección, pertenecen a este grupo los vientos alisios, mismos que se originan aproximadamente en las calmas subtropicales, donde hay alta presión y se dirigen por las capas bajas de la atmósfera hacia la zona ecuatorial de baja presión.

Equivalencias

- 1 MPa Equivale a 1000000 Pa
- 1 Bar Equivale a 14.504 libras/pulgada<sup>2</sup>
- 1 Kg/cm<sup>2</sup> Equivale a 9.80556 Pascales
- 1 Kg/cm<sup>2</sup> Equivale a 14.2233 libras/pulgada<sup>2</sup>
- 1 °F Equivale a 1.8(°C)+32