

Índice

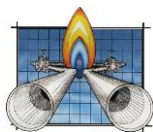
I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
I.1. Criterios y Normas Consideradas en las Bases de Diseño del Proyecto.....	3
I.2. Proyecto.	8
I.2.1 Características de Equipos Principales y Auxiliares.	8

Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM de localización del Proyecto.....	3
Tabla 2. Características de equipos principales y auxiliares del Proyecto.	9
Tabla 3. Sistema de tuberías de la Terminal de Descarga.	12

Figuras

Figura 1. Localización del Proyecto.	2
Figura 2. Plano de Arreglo General de la Terminal de Descarga.....	9
Figura 3. Ubicación de la Señalética contemplada en la Terminal de Descarga.	16
Figura 4. Señalética contemplada en la Terminal de Descarga.	16



I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El presente proyecto consiste en el diseño ejecutivo para la construcción, instalación y operación de la Terminal de Descarga HISENSE (**PROYECTO**), propiedad de GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V., la cual será utilizada para descomprimir el Gas Natural (GNC) almacenado en los tanques del contenedor móvil (camiones/tráileres), con el fin de suministrar Gas Natural para uso de la Planta HISENSE.

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

Es importante mencionar, que el Análisis de Riesgo está enfocado a la etapa de Diseño. El Proyecto contempla iniciar operaciones en el mes de Marzo de 2023.

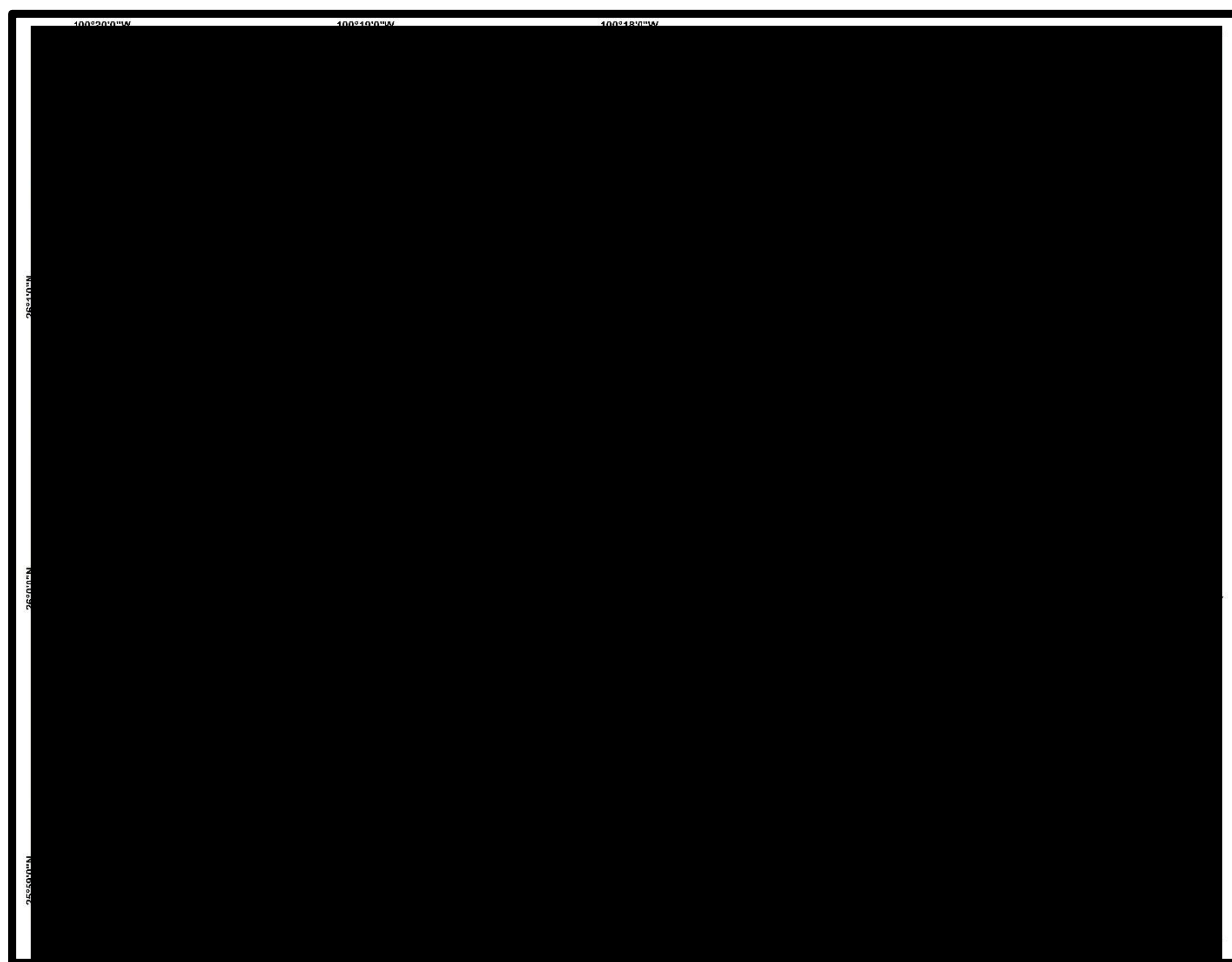
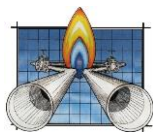


Figura 1. Localización del Proyecto.

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

La Terminal de Descarga tendrá la capacidad de recibir el Gas Natural Comprimido a través de los Transportes viales con tanques Contenedores de GNC, los cuales son llenados con Gas Natural en la Estación Madre. Los tanques son descargados a través del panel de decantación de descarga (alta presión de aproximadamente 253 kg/cm² (3600 Psi)), mediante mangueras especiales que alimentan al equipo de descompresión de la Terminal (Estación Hija). El equipo



de descompresión reduce la Presión y Alto flujo a través de válvulas reguladoras hasta 7.14 kg/cm² (101.52Psi), permitiendo a la vez que el flujo no sea afectado.

Una vez que la presión es reducida y como la diferencia de presión es muy significativa, el gas puede alcanzar una temperatura de congelamiento en la descarga de la unidad de descompresión, requiriendo un equipo de calentamiento que eleve la temperatura del gas por medio de circulación de agua caliente en la trayectoria de la tubería de descarga a través de un serpentín. El equipo utilizado para este propósito se llama Modulo de Control de Calentamiento (HCM), que es simplemente un boiler que calienta un circuito de agua y por transferencia de calor, evita el congelamiento de los componentes y tuberías del equipo de descompresión.

La instalación de la Terminal de Descarga ocupará una superficie de 426.00 m², distribuida de la siguiente manera:

- Área de equipos: 19.50 m²
- Área de descarga: 226.20 m²
- Área de servicios: 39.24 m²
- Área de circulación peatonal: 137.14 m²
- Área de estación de medición: 3.92 m²
- Área Total de la TD: 426.00 m²

Cabe señalar que, el proyecto se desarrollará en una (1) etapa, la cual contará con un (1) sistema de reducción de presión (PRS) que cuenta con una resistencia eléctrica (boiler) para controlar la temperatura del gas descomprimido.

El diseño, construcción y operación del Proyecto está basada en la **NOM-010-ASEA-2016**.

En la **Tabla 1** se indican las coordenadas de localización de los vértices que comprenden el polígono donde se instalarán los equipos principales y auxiliares de la Terminal de Descarga: **COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**

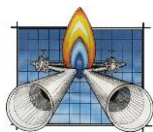
Tabla 1. Coordenadas UTM de localización del Proyecto.

Vértice	UTM Datum WGS 84 Z 14 N	
	X	Y
1		
2		
3		
4		

I.1. Criterios y Normas Consideradas en las Bases de Diseño del Proyecto.

Criterios de Diseño de Equipos

Todos los equipos se diseñarán para una vida mínima de 20 años.



Límites y Conexiones.

Los límites de batería deben estar de acuerdo con los P&ID del proyecto, los planos de disposición general, el alcance del suministro y la ubicación proporcionada por HISENSE y la ubicación acordada de los puntos de conexión. HISENSE proporcionará los puntos de conexión mecánicos, eléctricos y de control antes del inicio del diseño.

Selección de Materiales.

Los materiales para los principales sistemas de tuberías y válvulas de gas de proceso cumplirán con los requisitos de ASME B31.8.

Los ductos de gas en baja presión que se utilizará en el tendido de la línea de la interconexión del Equipo de Descompresión y la EM son en acero al carbón, Cedula 40, API 5L GRADO B, la cual es fabricada bajo las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-B-10-1986 y NOM-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados de 4" de diámetro como cabezal principal.

Cimentaciones:

Las cimentaciones apoyadas por superficie serán de concreto fabricado con cemento Pórtland Compuesto (CPC-30R) de acuerdo con la norma NMX-C-414-ONNCCE-2010, con una resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y 250 kg/cm^2 según corresponda, reforzado con acero de resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. Y $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ para el empleo de malla electro soldada. En la base se colocará una plantilla de concreto simple de 5 cm de espesor con una resistencia de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

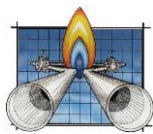
No se permitirán juntas frías horizontales o verticales en el cuerpo de la losa por lo que su colado debe ser en forma monolítica, salvo donde se indiquen juntas de colado o construcción.

Concreto hidráulico.

El concreto y los materiales empleados en su elaboración, agregados, agua, aditivos y cemento, deben cumplir con lo indicado en las Normas Mexicanas NMX-C-083-ONNCCE-2014, NMX-C-111-ONNCCE-2004, NMX-C-122-ONNCCE-2004, NMX-C-155-ONNCCE-2014, NMX-C-255-2013 y NMX-C-403-ONNCCE-1999. Estas características se especificarán en los planos constructivos de la Ingeniería de Detalle.

Cemento.

El cemento que se utilice para la fabricación del concreto hidráulico debe cumplir con las características y especificaciones de NMX-C-414-ONNCCE-2014.



Agregados.

El agregado fino y grueso deben cumplir con las especificaciones y los límites que se indican en NMX-C-111-ONNCCE-2004, con relación a su: granulometría, coeficiente volumétrico (de forma), sustancias nocivas, reactividad potencial, sanidad y abrasión. El tamaño máximo del agregado grueso será de 3/4".

Agua.

El agua para elaborar y curar el concreto hidráulico, debe cumplir con los requisitos de NMX-C-122-ONNCCE-2013.

Aditivos.

Los aditivos químicos para el concreto que se denominan: reductores de agua, retardantes, acelerantes, superplastificantes e inclusores de aire, deben de cumplir con las especificaciones, pruebas de calidad y desempeño en el concreto, de acuerdo a NMX-C-255-ONNCCE-2006.

El aditivo estabilizador de volumen debe cumplir con NMX-C-298-2010.

El aditivo expansor de volumen debe cumplir con NMX-C-140-ONNCCE-2014.

Fabricación.

Las características para la construcción de las estructuras de concreto que se especificarán en la ingeniería de detalle serán encaminadas a garantizar la aplicación total de las normas y los procedimientos de trabajo para su fabricación en la etapa constructiva. En general se debe garantizar y cumplir:

La calidad de los materiales que integran al concreto hidráulico: cemento, agregados, agua, aditivos y adicionantes.

Los requisitos de calidad del concreto en estado fresco: revenimiento, masa unitaria, temperatura, tamaño máximo del agregado, volumen y aire incluido.

Los requisitos de calidad del concreto en estado endurecido: resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, ensaye de núcleos y durabilidad.

Podrá utilizarse la fabricación de concreto industrializado, para lo cual debe cumplir con lo especificado en NMX-C-155-ONNCCE-2014.

Colocación.

Como parte de la ingeniería de detalle se harán las siguientes recomendaciones:



Para la colocación del concreto se deberán aplicar los requisitos que se indican en NMX-C-403-ONNCCE-1999, también puede usarse las recomendaciones del ACI-304R-00-R2009 inciso 5.

La colocación del concreto hidráulico bombeado, debe ser plástica, con una fluidez uniforme y controlada para garantizar su recorrido a través de la tubería empleada. Los agregados, el tipo y contenido de cemento, la proporción agua-cemento, los tipos de aditivos, el equipo empleado, la tubería, los accesorios y la bomba, deben tener las características indicadas en el diseño de la mezcla y garantizar la colocación del concreto de acuerdo a las condiciones que se presentan en la obra. Se puede aplicar lo especificado en el ACI-304.2R-96 sobre las características que debe tener el concreto hidráulico colocado por bombeo, así como los procedimientos a emplear.

Curado.

Al respecto del curado del concreto se harán las siguientes recomendaciones: todo el concreto que se utilice para la fabricación de estructuras se debe curar, para prevenir la pérdida de humedad del concreto recién colocado, tan pronto como sea posible al término del acabado superficial que se dé a la estructura.

Se deberán aplicar los requisitos de tiempo y temperatura mínimos del curado conforme a lo especificado en NMX-C-403-ONNCCE-1999.

Los métodos empleados para el curado de concreto se deben basar en la utilización de agua o de materiales impermeables. Las características y los procedimientos de aplicación de los métodos utilizados en la obra por: inundación o inmersión, aspersión, con costales, mantas y felpas, con tierra, con arena y aserrín, con membranas a base de ceras, resinas, gomas y solventes de alta volatilidad, con láminas impermeables y por medio de vapor, se describen y se pueden aplicar de acuerdo al comité del ACI-308R-01.

Acero de refuerzo.

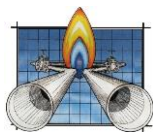
En la ingeniería de detalle se harán las siguientes especificaciones:

El acero de refuerzo a base de varillas corrugadas debe tener una resistencia a la fluencia $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ y deben cumplir con lo especificado en NMX-C-407-ONNCCE-2001 y NMX-B-457-CANACERO-2013.

La malla electro soldada fabricada con varillas de acero redondo liso deben tener una resistencia a la fluencia $f_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$ NMX-C-407-ONNCCE-2001 y NMX-B-457-CANACERO-2013 y deben cumplir con lo especificado en NMX-B-253-CANACERO-2013 y NMX-B-290-CANACERO-2013.

El arreglo del acero de refuerzo no interferirá con la posición de anclas. Durante la construcción no se permitirá mover el acero de refuerzo ni cambiar su verticalidad o alineación y nunca deberá ser cortado para permitir la colocación de anclas.

Deberán utilizarse silletas para mantener en su posición las varillas de acero de refuerzo, cumpliendo con lo establecido en la norma NMX-C-403-ONNCCE-1999.



Acero estructural.

El acero estructural empleado para la fabricación de pernos o anclas para cimentación de recipientes o equipos, placas, ángulos y soleras deberá cumplir con lo indicado en la norma NMX-B-254-CANACERO-2008.

Todos los equipos, sistemas, instalaciones y obras complementarias que integran la Terminal se diseñaron bajo la siguiente normatividad:

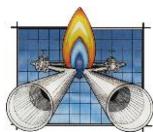
Normas Nacionales

• Normas Oficiales Mexicanas	
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del gas natural
NOM-002-SECRE-2010	Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural
NOM-003-ASEA-2016	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos
NOM-007-ASEA-2016	Transporte de gas natural
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
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (Utilización)
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo – condiciones de seguridad
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades y medidas

• Normas Mexicanas	
NMX-B-010-1986	Industria siderúrgica tubos de acero al carbono sin costura o soldados, negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes
NMX-B-177-1990	Tubos de acero al carbón con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente

Códigos, estándares y especificaciones internacionales.

• ASME - American Society of Mechanical Engineers	
ASME B 31.8	Gas transmission and distribution piping systems



• API – American Petroleum Institute	
API 5L-2000	Specification for line pipe
• National Fire Protection Association	
NFPA 10 2018	Norma para extintores portátiles de incendios

Ver Anexo 2, inciso j. Bases de Diseño.

I.2. Proyecto.

I.2.1 Características de Equipos Principales y Auxiliares.

El alcance de las instalaciones del Proyecto, comprende las siguientes áreas, sistemas y equipos (**Ver Figura 2**):

Áreas:

- Área de Panel de Decantación (Decanting Post).
- Área de Descompresión.
- Área de Servicios Propios (Taller de Mantenimiento / Área de Tableros).
- Área de Patio de Maniobras.

Sistemas:

- Sistema de Tubería de Gas Natural en Alta Presión.
- Sistema de Tubería de Gas Natural en Baja Presión.
- Sistema Reductor de Presión (PRS o PRM).
- Sistema de Calentamiento (HCM).
- Sistema de Administración de Gas.
- Sistema de Alumbrado y Contactos.
- Sistema de Distribución de Fuerza Eléctrica.
- Sistema de Tierra Física.
- Sistema de Pararrayos.
- Sistema de Voz y Datos.
- Sistema de Monitoreo, Seguridad y Alarmas.
- Sistema de Drenajes de Aguas Negras y Pluviales.
- Sistema de Agua Potable.

Equipos:

- Panel de Decantación.
- PRS o PRM Sistema Modular de Reducción de Presión y Alto Flujo (High Flow Pressure Reduction System).
- HCM Modulo de Control de Calentamiento (Heating Control Module).
- Tablero de Distribución de Alumbrado y Contactos.

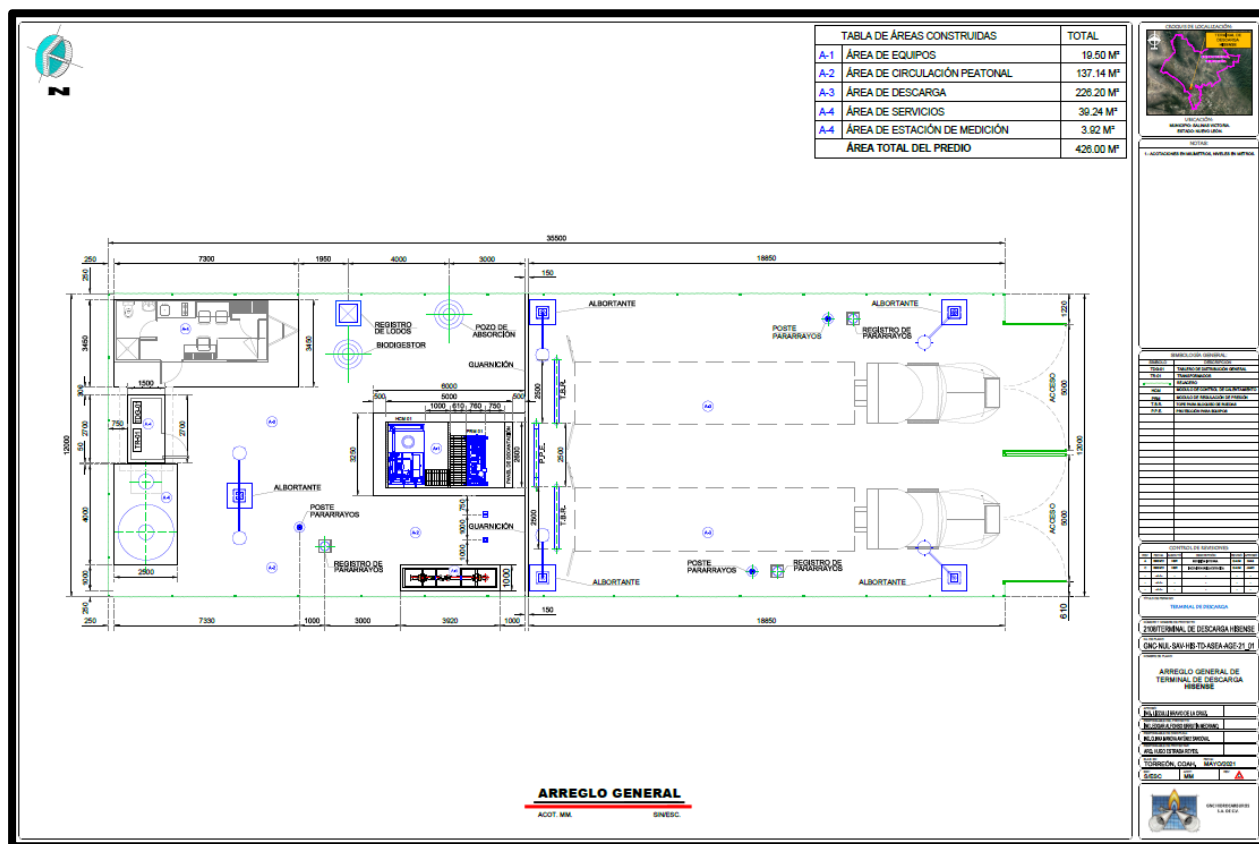
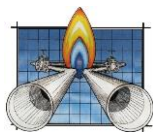


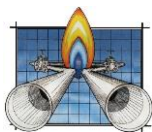
Figura 2. Plano de Arreglo General de la Terminal de Descarga.

Para mayor detalle, Ver Anexo 2, a. Plano de Arreglo General y Ubicación.

A continuación, se presentan las características de los equipos principales y auxiliares que se utilizarán en el proceso, donde se especifica la clave de identificación, dimensiones, condiciones de operación, sistemas de control y seguridad de procesos, entre otros (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Características de equipos principales y auxiliares del Proyecto.

Descripción		Equipo de Descompresión	Equipo de Calentamiento	Estación de Medición
TAG		PRS-2000-250-4	HCM	EM
Año de fabricación		Nuevo	Nuevo	Nuevo
Capacidad		2,000 Sm³/h	2,000 Sm³/h	2,000 Sm³/h
Dimensión		2.5 X 5.0 m	---	---
Código de diseño		---	---	---
Materiales de construcción		Acero al Carbón	Acero al Carbón	Acero al Carbón
Presión de Operación kg/cm²	Mínima	30 bar	---	7 bar
	Normal	250 bar	1 bar	---
	Máxima	---	2 bar	---
Presión de Diseño kg/cm²	Mínima	---	---	---
	Normal	---	---	---
	Máxima	276 bar	---	---
Temperatura de		Mínima	-15	-15



Descripción		Equipo de Descompresión	Equipo de Calentamiento	Estación de Medición
Operación °C	Normal	---	20	20
	Máxima	40	---	25
Temperatura de Diseño °C	Mínima	-15	---	-15
	Normal	---	---	---
	Máxima	40	---	25
Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención		Sistema de paro de Emergencia (ESD) Indicadores y Transmisores de Presión (PI y PT) Indicadores y Transmisores de temperatura (IT y TT) Válvulas de seguridad de presión (PSV) Sistema de Venteo Válvulas controladoras de presión (PCV) Alarma audible	Sistema de paro de Emergencia (ESD) Indicadores de temperatura (IT)	Sistema de paro de Emergencia (ESD) Indicadores de Presión (PI). Transmisores de temperatura (IT y TT)
Ubicación		Área de Equipos	Área de Equipos	Área de Estación de Medición

Características y diseño.

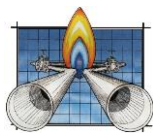
El equipo de descompresión (PRM / PRS) contará con su propio PLC (Dispositivo Lógico Programable), el PLC se encargará de iniciar y parar el PRM /PRS, monitoreando continuamente las condiciones de operación, estado y alarmas asociadas. Todos los sensores, interruptores, motores y válvulas solenoides utilizadas para la operación del PRS son cableados usando la clasificación de área adecuada en cada caso.

La unidad PRS tendrá un sistema de paro de emergencia (ESD Emergency shut down) que incorporará pulsadores tipo “hongo” ubicados en sitios claves. El sistema apagará automáticamente de forma segura y aislando el PRS de la entrada de gas.

Tuberías de Baja Presión:

La tubería de acero que se utilizará en el tendido de la línea de la interconexión entre el Equipo de Descompresión y la Estación de Medición de gas natural es API 5L GRADO B, la cual es fabricada bajo las Normas Mexicanas, NMX-B-10-1986 y NMX-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados y con el espesor indicado en el cálculo de tuberías.

La velocidad del flujo del Gas Natural no excede los 25 m/s.



La tubería y/o tubo flexible en equipos dinámicos se instalarán de forma más directa, con las medidas de protección adecuadas para resistir expansión, contracción, vibración, golpes y asentamiento del suelo.

Las tuberías instaladas arriba del nivel del piso estarán protegidas contra daños mecánicos y corrosión atmosférica.

Las uniones y/o conexiones roscadas y/o bridadas deben estar en un lugar accesible para su inspección y mantenimiento.

Tuberías de Alta Presión:

En la recepción de gas natural, este llegará en remolques de GNC al Equipo de Descompresión, por medio de una manguera especial la cual se conecta con una tubería de acero Inoxidable sin costura, también conocida como “seamless”, el cual es un tubo de acero inoxidable extraído que no tiene cordón de soldadura en su interior y se fabrica generalmente en tipo 316 o 316L, bajo en carbón.

El equipo de descompresión tiene una capacidad de 2000 Sm³/h y cuenta con sensores para monitorear presión y temperatura en cada etapa de la descompresión.

Las obras mecánicas se iniciarán en la Estación de Medición (EM), la cual será construida, suministrada e instalada por la empresa distribuidora del gas natural local, cumpliendo con las especificaciones y diseños de su propiedad.

El equipo de descompresión de GNC reducirá la presión del gas y lo dirigirá a la Estación de Medición (integrada en el PRS), la cual realizará la medición del gas que será entregado al cliente a una presión de 7.14 kg/cm² (101.52 Psi).

La Presión de diseño de las tuberías de alta presión debe ser al menos 10% mayor a la presión máxima de operación.

Se usarán bridas o conexiones de Ac. Inoxidable en líneas de alta presión, compatibles con la presión de operación de la tubería y no se permitirá su uso en líneas que queden enterradas sin ser registrables para su inspección y mantenimiento.

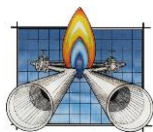
Como medida de seguridad, las instalaciones contemplan el uso de manómetros (indicadores de presión) en los puntos siguientes:

- Estación de Medición
- Equipo de Descompresión

Los manómetros serán capaces de medir por lo menos 1.2 (uno punto dos) veces la presión de disparo del dispositivo de relevo de presión del sistema.

Ver Anexo 2, b. Planos de Equipos.

Es importante aclarar que la Terminal de Descarga no contará con un Área de Almacenamiento como tal, debido a que las áreas de la TD están diseñadas para la descompresión del Gas Natural Comprimido que se recibe de los tanques de almacenamiento del contenedor móvil



(camión), dichos tanques cuentan con una capacidad total de 11,000 m³ (equivalencia aproximada a 6,710 kg de Gas Natural) y con una presión de almacenamiento de 3,600 Psi. El equipo de descompresión (PRS) tiene una capacidad de 2000 Sm³/h.

Por lo anterior, y derivado a que el proceso de descompresión incluye solo un sistema de descompresión, no está considerado el almacenamiento del producto, por lo que no se requieren recipientes y/o envases de almacenamiento.

Así mismo, en la **Tabla 3**, se muestra el sistema de tuberías que conforman las áreas de la Terminal de Descarga, así como la cantidad de gas natural (en kilogramos) almacenado en cada línea.

Tabla 3. Sistema de tuberías de la Terminal de Descarga.

ID	Líneas de conducción y/o almacenamiento de GN	Etiqueta	Longitud de la línea (m)	Diámetro nominal (Plg)	Presión máxima de Trabajo (kg/cm ²)	Velocidad del flujo (m/s)	Cantidad de gas (kg)
1	Gasoducto de descarga DE PANEL DE DECANCIÓN	1.5" O.D. x 0.156"ESP-GNC-3,600#-SS1- 316-2,000 Sm ³ /Hr	2	1.50	253.11	6.05	2.42
2	Gasoducto de descarga DE DESCOMPRESOR A ESTACIÓN DE MEDICIÓN	3"-GNC-AC-CED40STD-2,000 Sm ³ /h	10	3.00	7.14	13.94	101.61
Total							104.03

Para mayor detalle, **Ver Anexo 4, a. Gas Empacado.**

Pruebas de tubería:

Se deben realizar pruebas radiográficas en el 100% de las soldaduras, las que por complicación geométrica no puedan ser radiografiadas, se les aplicara la prueba de líquidos penetrantes o partículas magnéticas por un laboratorio acreditado.

La tubería, tubos flexibles, conectores y componentes deben ser capaces de soportar una prueba neumática con presión de 1.1 veces la presión de operación como mínimo, sin que se presente fuga.

Todas las tuberías deberán estar identificadas de acuerdo con la **NOM-026-STPS-2008**, indicando sentido de flujo, presión de trabajo y contenido del fluido.

No se usarán los materiales siguientes en la instalación de la Terminal:

- Tubos, conectores y componentes de plástico para servicio de alta presión.
- Tubos y conectores galvanizados.
- Tubo, tubo flexible y conectores de aluminio.
- Aleaciones de cobre con más de 70% de cobre, y conectores, codos y otros componentes de fierro colado.

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



operación. Las válvulas supresoras de flujo accionarán a una presión menor que la que soporta la tubería en la que se encuentren instaladas.

Soldadura.

La calificación de los Soldadores para tuberías en Estaciones, de acuerdo con lo establecido en el código ASME B31.8: "Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución de Gas", deben realizarse bajo los requerimientos de ensayos mecánicos destructivos indicados en la NORM-API-1104.

Protección para tuberías:

Todas las tuberías deberán estar eléctricamente aisladas, tanto en sus conexiones como en soportería, para evitar la degradación por corrientes galvánicas, con un material dieléctrico apropiado para cada servicio.

La tubería bajo la superficie del terreno puede estar enterrada, instalada dentro de una trinchera o encamisada. En el caso de tubería enterrada, ésta debe de contar con un sistema de control de la corrosión externa de acuerdo con el Apéndice II de la **NOM-003-ASEA-2016**, o aquella que la cancele o sustituya.

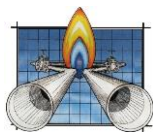
Las conexiones de tuberías enterradas deben ser soldadas, no se deben utilizar conexiones roscadas o bridadas en tuberías enterradas.

A excepción de la tubería de acero inoxidable, todas las demás tuberías deberán ser protegidas contra la corrosión, con una capa de pintura primer y 2 capas de pintura esmalte, de acuerdo con el código de colores establecido en la **NOM-026-STPS-2008**.

Las tuberías de acero que no estén galvanizadas deberán estar convenientemente protegidas contra la corrosión, mientras que ello no será necesario para tuberías de acero inoxidable o de cobre. Para realizar una correcta protección contra la corrosión de tuberías se ha de realizar, como mínimo, lo siguiente:

- Limpieza mecánica o manual para desprender el óxido y la suciedad adherida.
- Cepillado y desengrasado de la tubería.
- Aplicación de una capa de primer.
- Aplicación de dos capas de pintura de acabado para exteriores.

Se deberá revisar y realizar el mantenimiento de las tuberías con la frecuencia necesaria de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar, consistente en aplicación de pintura esmalte a todo el recubrimiento de tuberías y válvulas, para evitar la corrosión, como lo que indica Apéndice II de la **NOM-003-ASEA-2016**, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, y la señalización según lo indicado en la **NOM-026-STPS-2008**, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Así también se deberá garantizar que las tuberías de acero al carbón como las de acero inoxidable no tengan contacto con tierra física para evitar degradación del espesor del material, es decir que los soportes tengan un buen material dieléctrico que aisle la tubería en toda su trayectoria de la tierra física.



Obras Civiles.

La Terminal de Descarga se desarrollará sobre una plancha de concreto hidráulico ya existente, anticipadamente se realizará el trazo topográfico acorde al proyecto para realizar las excavaciones para cimentación de las diferentes estructuras e instalaciones, bases de equipos, sistema de tierras, trincheras para las canalizaciones eléctricas.

Área de Plataforma de Descarga de Remolques.

Esta área será desarrollada sobre una plancha de concreto ya existente. Los caminos contarán con un ancho mínimo de 6 m y el trazado y radio de las curvas permitirá la maniobra adecuada de remolques.

Área de Equipo de Descompresión.

El equipo descansará sobre una base de concreto reforzado y estará 0.20 m arriba del nivel de piso ya existente.

El área cuenta con extintor contra incendios, diversos letreros y señalamientos de seguridad y postes de protección, los cuales estarán diseñados como a continuación se describe:

Deben estar espaciados no más de 1.00 m entre caras interiores, enterrados verticalmente no menos de 0.90 m bajo NPT, con altura mínima de 0.90 m sobre NPT. Deben ser de cualquiera de los siguientes materiales:

- Concreto armado: De al menos 0.20 m de diámetro;
- Tubería de acero al carbono: Cédula 80, de al menos 102.00 mm de diámetro nominal;
- Tubería de acero al carbono: Cédula 40, de al menos 102.00 mm de diámetro nominal, rellena con concreto.

Las protecciones antes señaladas deben marcarse con franjas diagonales alternas amarillas y negras, y estar ubicadas a cuando menos 1.00 m del sistema expuesto a impacto vehicular.

Área de Cuarto de Control.

En el proyecto "Terminal de Descarga HISENSE" será utilizada una caseta móvil, la cual será instalada sobre una plancha de concreto quedando 15 cm como mínimo por arriba del nivel de piso ya existente.

Área de Cuarto Eléctrico.

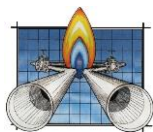
Se construirá a base de muro de block de concreto hueco (15x20x40) con resistencia nominal de 60 Kg/cm² con espesor de 15 cm de ancho, confinados con dalas y castillos de concreto y acero de refuerzo según su resistencia y cantidad de refuerzo requerida. La cimentación se empleará del tipo corrida de concreto reforzado.

Área de Acometida de Gas o de Estación de Medición (EM).

El equipo cuenta con un medidor tipo turbina integrado.

Área de Patio de Maniobras.

El proyecto se desarrollará sobre un área, la cual ya cuenta con su plataforma de terracerías trabajadas y una capa de asfalto para circulación, no será necesario realizar estudios y acondicionamientos de terracerías. En el área por donde se transportarán las tuberías de gas descomprimido se colocarán soportes, con los cuales se dirigirá la tubería hasta la estación de medición de manera aparente.



Ver Anexo 2, e. Planos Civiles de Cimentaciones.

Obras eléctricas.

El equipo de descompresión requiere de energía eléctrica, para lo cual se contempla que el usuario final instale una acometida eléctrica de servicio continuo, a 440V, 3F, 3H +T, 60 Hz. Esta acometida quedará cerca del equipo integrado de descompresión, fuera de los límites de áreas clasificadas que genera el propio equipo, es decir a 4.6 m de distancia, para que de ahí se realice una instalación convencional hasta el punto de conexión sobre el equipo, la cual alimenta eléctricamente al Módulo de Control de Temperatura (HCM), quien realiza la distribución de energía de fuerza y control para la operación del sistema de descompresión.

Algunos equipos del sistema de descompresión pueden generar atmósferas explosivas que se representan acorde a la sección cinco de la **NOM-001-SEDE-2012**. Las instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir los requerimientos de seguridad, para su instalación en áreas clasificadas de acuerdo con lo indicado en las Normas.

Como el equipo de descompresión debe estar conectado a tierra física, se instalará una malla simple para unificar y poder aterrizar los equipos por medio de una varilla cooperweld, la cual deberá considerar en su instalación final el usuario del equipo.

Las instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir los requerimientos de seguridad, para su instalación en áreas clasificadas de acuerdo con lo indicado en las Normas.

Ver Anexo 2, i. Planos del Sistema de Tierras y Pararrayos.

Sistema Contra Incendio.

De acuerdo a la Ingeniería de Diseño, en la Terminal de Descarga se instalarán 5 extintores; 4 de Polvo Químico Seco de 9 kg, ubicados en el área contemplada para la Descompresión de Gas Natural, descarga y área de oficinas, y 1 extintor de CO2 de 9 kg para el área del tablero eléctrico.

Las áreas citadas a contemplarse para la colocación de los extintores y señalética, se encuentran indicadas en la **Figura 3**.

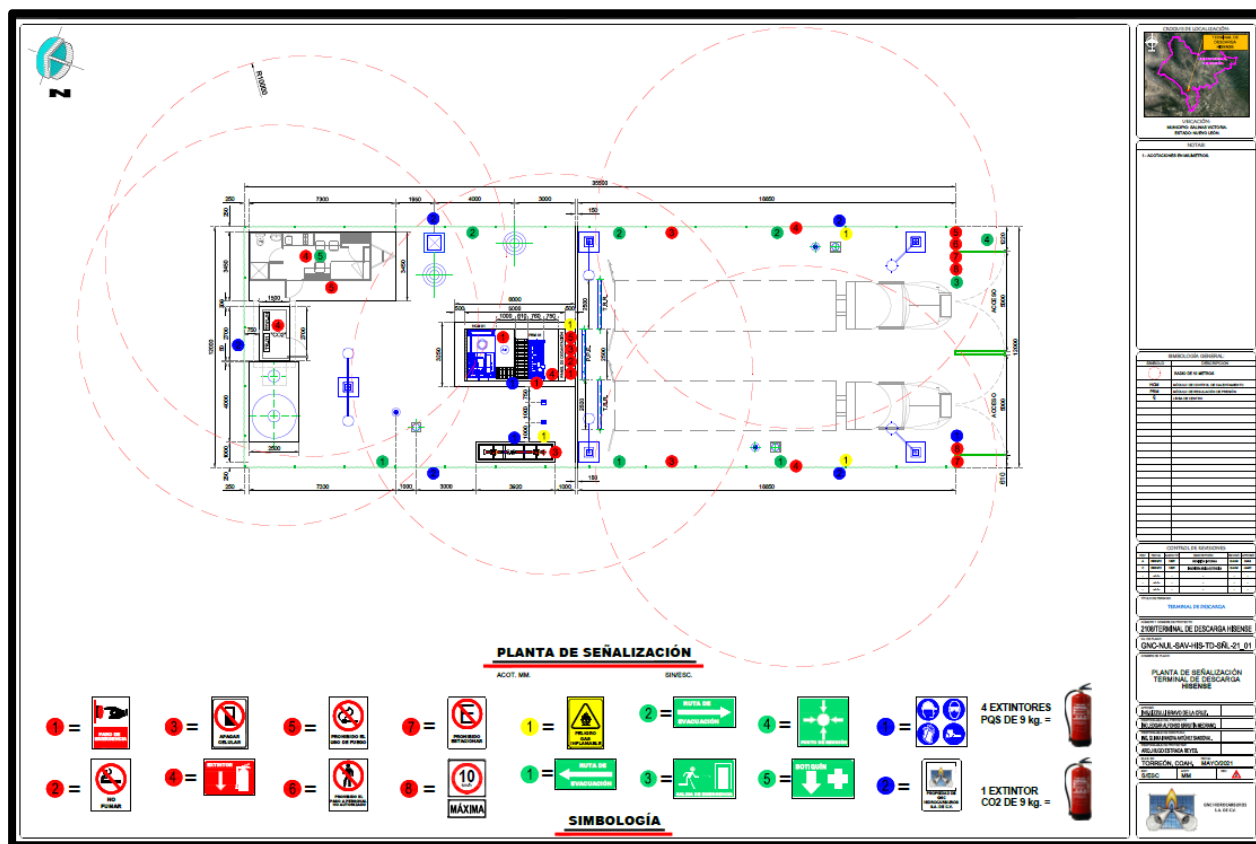
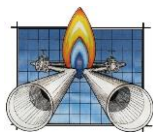


Figura 3. Ubicación de extintores y señalética contemplada en la Terminal de Descarga.

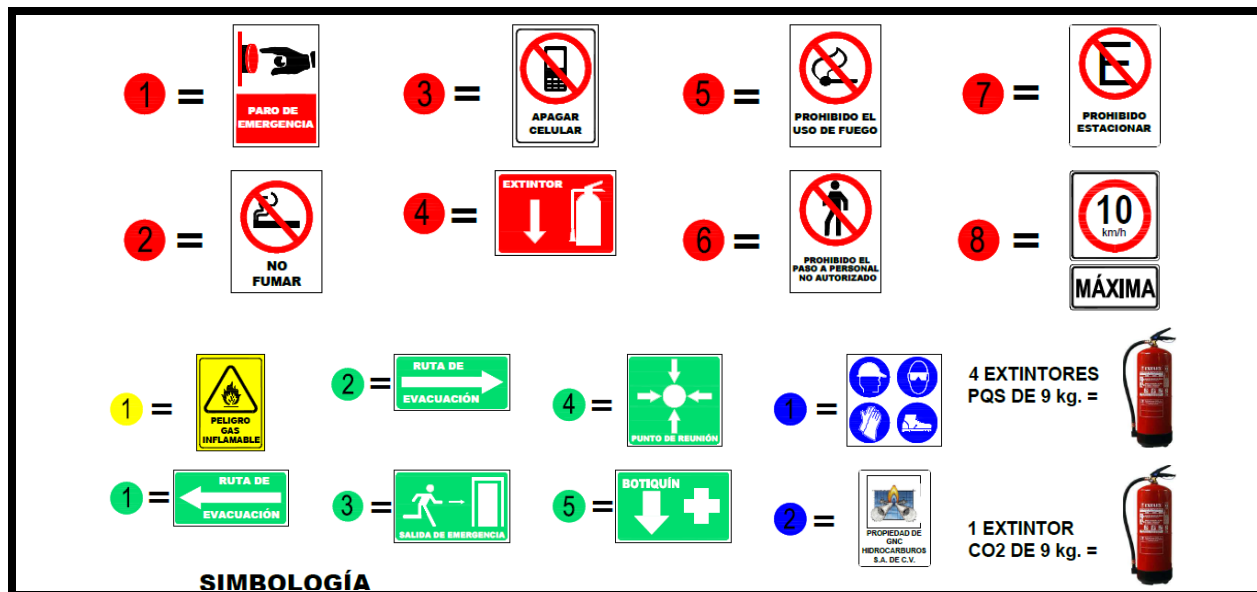
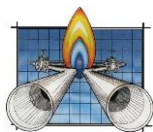


Figura 4. Señalética a utilizar en la Terminal de Descarga.

Para mayor detalle, Ver Anexo 2, h. Plano de ubicación de Extintores y Señalética.



Índice

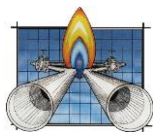
II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	2
II.1. Descripción detallada del Proceso.	2
II.1.1. Diagrama de Flujo del Proceso.	4
II.1.2. Propiedades de las Sustancia involucrada.	6
II.1.3. Condiciones de Operación.	7

Tablas

Tabla 1. Balance de Materia de la Terminal de Descarga	5
Tabla 2. Condiciones de Operación y características de las líneas de proceso y servicios auxiliares.	7
Tabla 3. Resumen de la sustancia involucrada.	7

Figuras

Figura 1. Diagrama de Flujo de Proceso del Proyecto.....	5
--	---



II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El presente proyecto consiste en el diseño ejecutivo para la construcción, instalación y operación de la Terminal de Descarga HISENSE (**PROYECTO**), propiedad de GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V., será utilizada para descomprimir el Gas Natural (GNC) almacenado en los tanques del contenedor móvil (camiones/tráileres), con el fin de suministrar Gas Natural para uso de HISENSE.

La Terminal de Descarga tendrá la capacidad de recibir el Gas Natural Comprimido a través de los transportes viales con tanques contenedores de GNC, los cuales son llenados con Gas Natural en la Estación de Compresión (Estación Madre).

II.1. Descripción detallada del Proceso.

Recepción de Gas Natural Comprimido.

La Terminal de Descarga inicia su operación con la recepción de los remolques que cuentan con una capacidad de 11,000 m³ y con una presión de almacenamiento de 3,600 Psi.

- El Gas Natural es entregado por medio de transportes viales con tanques contenedores de GNC, los cuales fueron llenados con GNC en la Terminal de Compresión / Estación Madre, la cual puede abastecer a una o varias Terminales de Descarga / Estación Hija, estas pueden estar localizadas en diferentes lugares y distancias. Estos contenedores contienen tanques conectados en paralelo, cada tanque cuenta con su válvula de aislamiento y válvula de seguridad. Estos tanques están unidos con una tubería común que termina en una toma de llenado por donde también se hace el vaciado de los mismos. Todos los tanques están confinados dentro de un rack de tal forma que permita su revisión y que evite la fricción o golpeteo entre ellos mismos.

La Terminal de Descarga trabaja en forma continua, para realizar la operación de descarga de los remolques, se conectan al panel de decantación, el cual consiste en un conjunto de elementos los cuales se encargan de realizar la descarga que va desde los tanques de los módulos a la línea de entrada del PRS/PRM.

Los tanques serán vaciados a través del panel de decantación de descarga en la Terminal de Descarga, a través de una tubería el gas es enviado a alta presión de aproximadamente 253 kg/cm² (3600 Psi), a la unidad PRS/PRM. El Equipo PRS, a través de válvulas reguladoras se reduce la presión del gas hasta 7.14 kg/cm² (101.52 Psi), permitiendo a la vez que el flujo no sea afectado.

Descompresión de Gas Natural.

Para que el GNC logre llegar al PRS, tiene que seguir la secuencia descrita a continuación:

- El módulo con GNC es conectado al panel de decantación a través de mangueras especiales. Las cuales son conectadas desde el manifold de los módulos por medio de conectores rápidos hembra / macho y llegan hasta el manifold del panel de decantación.



- Por medio de este panel fluye el Gas Natural Comprimido desde el contenedor hasta la entrada de la PRM (Modulo Reductor de Presión) y así inicia el proceso de descompresión. El panel de decantación permite la conexión de 2 contenedores de forma simultánea, lo que permite realizar de forma manual el cambio de contenedores sin necesidad de detener el proceso.
- El gas natural comprimido que fluye hacia el equipo de descompresión es manejado a través de una tubería de 1 ½" Ø Ced. XXS.
- El equipo de descompresión tiene una capacidad de 2,000 Sm³/h y cuenta con sensores para monitorear la presión y temperatura en cada etapa de la descompresión.
- En el equipo de descompresión a través de válvulas reguladoras reduce la presión del Gas Natural Comprimido hasta 7.14 kg/cm² (101.52 Psi), permitiendo a la vez que el flujo no sea afectado.

Acondicionamiento (elevación de temperatura) del GN.

Como la diferencia de presión es muy significativa, el gas puede alcanzar una temperatura de congelamiento en la descarga de la unidad de descompresión, requiriendo un equipo de calentamiento que eleve la temperatura del gas por medio de circulación de agua caliente en la trayectoria de la tubería de descarga a través de un serpentín. El equipo utilizado para este propósito se llama Modulo de Control de Calentamiento (HCM) Que es simplemente un boiler que calienta un circuito de agua y por transferencia de calor, evita el congelamiento de los componentes y tuberías del equipo de despresurización o PRS/PRM.

Este enfriamiento en el gas natural es detectado por los sensores de temperatura, los cuales mandan una señal al panel de control para aumentar la temperatura en el calentador y con ello aumentar la transferencia de calor entre el gas natural y la mezcla de agua - glicol.

Al momento que el panel de control recibe la señal para aumentar la temperatura en el calentador, instantáneamente el gas natural comienza a aumentar la temperatura hasta llegar a una temperatura de 20° C.

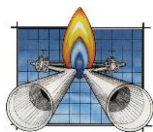
Este proceso se realiza cada vez que se realiza el cambio de remolque.

Todos los parámetros que se miden son enviados al cuarto de control para verificar el correcto funcionamiento del equipo.

Recepción, medición y acondicionamiento del Gas Natural para la entrega al cliente.

Después de pasar por el equipo de descompresión, el gas natural es conducido por una tubería de 3" Ø Ced. 40 hacia la Estación de Medición, la cual cuenta con un medidor de turbina Actaris Itrón Modelo G-400 de 4" de Ø bridado RF en ANSI 150, así mismo, la Estación cuenta con dos indicadores de presión y un transductor de temperatura.

- El volumen de gas consumido o suministrado a cada Terminal de Descarga se deberá medir a través de la turbina instalada en la salida del PRS/PRM, y la suma de todas las



turbinas indicará el volumen consumido si es que se cuenta con varias empresas consumidoras.

La entrega de gas natural al cliente es a una presión de 7.14 kg/cm² (101.52Psi).

Sistemas y equipos de seguridad operativa.

Uno de los puntos más importantes que no se deben olvidar en este tipo de Terminales, es la seguridad, la cual ha sido considerada para que el personal operario tenga acceso a esta de manera inmediata. Es decir, existen botones de paro de emergencia en equipo de descompresión, oficinas y otros puntos, los cuales, al ser activados, des-energizan totalmente los sistemas de descompresión, cierran válvulas de succión y descarga. Seguido de lo anterior la activación de una alarma audible y sonora indica situación anormal de operación. Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que origino el paro de los equipos.

Los sistemas electrónicos de los equipos de descompresión requieren de una gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos de control, tales como sensores, transductores de presión y temperatura, indicadores de presión, temperatura y nivel, válvulas con actuadores neumáticos, etc. Dispositivos con los que se monitorea permanentemente los parámetros y condiciones de los equipos y de igual manera condiciones para provocar un paro de emergencia como puede ser detección de una concentración de mezcla de gas explosiva en el ambiente, altas presiones de descarga, etc., lo que significa que el sistema es inteligente y seguro.

Ver anexo 4, b. Filosofía de Operación y c. Descripción General.

II.1.1. Diagrama de Flujo del Proceso.

En la **Figura 1** se muestra el Diagrama de Flujo de Proceso de Recepción - Descompresión – Acondicionamiento - Entrega de Gas Natural de la Terminal de Descarga HISENSE. **Ver Anexo 2, c. Diagrama de Flujo de Proceso.**

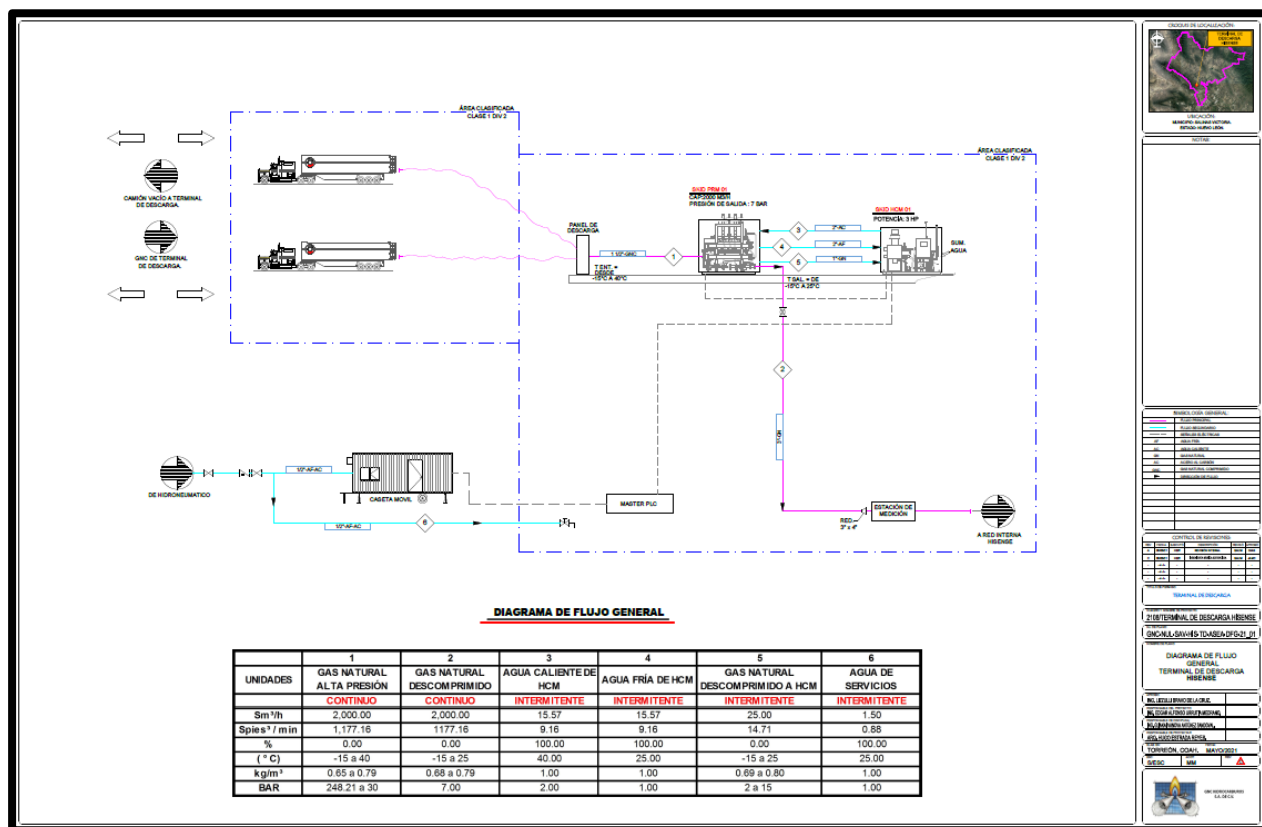
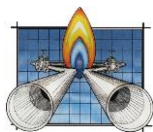
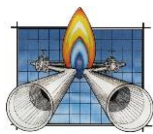


Figura 1. Diagrama de Flujo de Proceso del Proyecto.

Tabla 1. Balance de Materia de la Terminal de Descarga.

N. de Corriente		1	2	3	4	5	6
Descripción	Unidades	Gas Natural Alta Presión	Gas Natural Descomprimido	Agua caliente de HCM	Agua fría de HCM	Gas Natural descomprimido a HCM	Agua de servicios
		Continuo	Continuo	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente
Flujo	Sm ³ /h	2,000.00	2,000.00	15.57	15.57	25.00	1.50
Flujo	Spies ³ /min	1,177.16	1,177.16	9.16	9.16	14.71	0.88
Humedad	%	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00
Temperatura	(°C)	-15 a 40	-15 a 25	40.00	25.00	-15 a 25	25.00
Densidad	Kg/m ³	0.65 a 0.79	0.65 a 0.79	1.00	1.00	0.69 a 0.80	1.00
Presión de operación	BAR	248.21 a 30	7.00	2.00	1.00	2 a 15	1.00



II.1.2. Propiedades de la sustancia involucrada.

La sustancia química peligrosa involucrada en la etapa de operación del proyecto, es el Gas Natural¹, este se encuentra en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR). A continuación, se describen los componentes y propiedades Físico-Químicas de estos combustibles:

Nombre común: Gas Natural

Numero CAS: 8006-14-2

Familia química: Hidrocarburos del petróleo

Peso molecular: 16,042 kg/mol

Estado físico, color y olor: Gas incoloro, inodoro e insípido

Punto de fusión / punto de congelación: -182 °C

Punto de ebullición o punto de ebullición inicial e intervalo de ebullición: - 165.5°C.

Inflamabilidad: Extremadamente inflamable

Punto de inflamación: -222°C

Temperatura de ignición espontánea: 525.22°C

Límites de Explosividad: Inferior 4.5 % - Superior 14.5 %

Densidad o densidad relativa: 0.5540 (Agua = 1) @ 0°/4°C

Densidad relativa de vapor: 0.61 @ 15,5°C (más ligero que el aire)

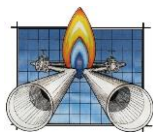
El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Se presenta en su forma gaseosa por debajo de los -160°C. Por razones de seguridad, se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido (H₂S), con el propósito de detectar fugas de esta sustancia.

Es una mezcla de hidrocarburos ligeros, compuesto principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos; además de lo anterior, cuenta con otros componentes tales como el CO₂, el helio, el sulfuro de hidrógeno y el nitrógeno, su composición nunca es constante, sin embargo, se puede decir que su componente principal es el metano (mínimo 90%). Posee una estructura de hidrocarburo simple, compuesto por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH₄). Cabe mencionar, que el metano es altamente inflamable, se quema fácilmente y emite muy poca contaminación. Por lo anterior, el Gas Natural no es ni corrosivo ni tóxico, su temperatura de combustión es elevada y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con otras fuentes de energía; es más ligero que el aire y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Además, presenta ventajas ecológicas, ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

Así mismo, el gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero que actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira; por lo que en altas concentraciones puede producir asfixia.

Ver Hoja de Datos de Seguridad del GN en **Anexo 3, a. HDS Gas Natural.**

¹ Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR), Cantidad de Reporte a partir de 500 kg.



II.1.3. Condiciones de Operación.

Las condiciones de operación en el punto de Recepción - Descompresión - Medición de Gas Natural de la Terminal de Descarga son las siguientes:

Tabla 2. Condiciones de operación y características de las líneas de proceso y servicios auxiliares.

Instalación	Tubería		Condiciones de operación	
	Diámetro	Material	Presión	Temperatura
Panel de Decantación a Equipo de Descompresión	1½" Ø	Acero al Carbón	253 kg/cm ²	-15
Equipo de Descompresión a EM	3" Ø	Acero al Carbón	7.14 kg/cm ²	25 °C
EM a ducto (cliente)	4" Ø	Acero al Carbón	7.14 kg/cm ²	25 °C

Todo lo anterior, se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen de la sustancia involucrada.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo máximo	Concentración	Presiones de operación	Cantidad de reporte en los LAAR
		C	R	E	T	I				
Gas Natural (metano)	8006-14-2			X		X	2,000.00 Sm ³ /h (1,177.16 Spies ³ /min)	100%	253 a 7.14 kg/cm ²	500 kg



Índice

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	¡Error! Marcador no definido.
III.1. Aspectos Abióticos.....	4
III.1.1. Clima.....	4
III.1.2. Geología.....	7
III.1.3. Geomorfología.....	8
III.1.4. Suelo.....	10
III.2. Factores Bióticos.....	13
III.2.1. Flora.....	13
III.2.2. Fauna.....	15
III.3. Susceptibilidad del Sitio del Proyecto.....	16
III.3.1. Terremotos (sismicidad).....	16
III.3.2. Desprendimientos y Deslizamiento de Masas Rocosas.....	19
III.3.3. Hundimientos.....	22
III.3.4. Inundaciones.....	24
III.3.5. Perdidas de suelo debido a la erosión.....	25
III.3.6. Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.....	27
III.3.7. Huracanes (ciclones, depresiones tropicales).....	28
III.4. Zonas Vulnerables de Población.....	35
III.5. Componentes Ambientales.....	35
III.6. Infraestructura vial e industrial.....	40
III.7. Uso de suelo.....	41

Tablas

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del Proyecto.....	3
Tabla 2. Resumen de condiciones climáticas.....	6
Tabla 3. Clasificación del primer grupo de suelo.....	10
Tabla 4. Clasificación de calificadores del grupo de suelo.....	11
Tabla 5. Clase textural del suelo presente.....	11
Tabla 6. Especies de fauna en el Área de Estudio del proyecto según bibliografía de CONABIO.....	15
Tabla 7. Correlación entre deslizamientos y lluvias en el Estado de Nuevo León (periodo 1995 - 2008). Fuente: "El Norte".	20

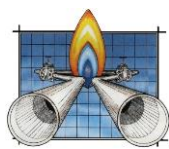


Tabla 8. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2018.....	28
Tabla 9. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.	36
Tabla 10. Proximidades con Infraestructura Industrial para un radio de 500 metros.	40
Tabla 11. Uso de suelo para un radio de 500 m.....	41

Figuras

Figura 1. Ubicación del Proyecto.	4
Figura 2. Clima presente en el Área de Estudio.	5
Figura 3. Características Litológicas en el Área de Estudio.....	7
Figura 4. Relieve (Curvas de Nivel y Sistema de Topoformas) presente en el Área de Estudio.	9
Figura 5. Edafología presente en el Área de Estudio.	12
Figura 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en el Área de Estudio.....	14
Figura 7. Incidencia del proyecto en la Zonas Sísmicas de la República Mexicana (CFE - 2015).	18
Figura 8. Susceptibilidad de Deslizamientos en el Área de Estudio del proyecto.	22
Figura 9. Susceptibilidad de Inundaciones en el Área de Estudio del proyecto.	25
Figura 10. Susceptibilidad de Erosión en el Área de Estudio del proyecto.	27
Figura 11. Susceptibilidad de Ciclones Tropicales presentes en el Área de Estudio del proyecto.	32
Figura 12. Susceptibilidad de Heladas presentes en el Área de Estudio del proyecto.....	33
Figura 13. Susceptibilidad de Granizo presente en el Área de Estudio del proyecto.	35
Figura 14. Regiones Prioritarias cercanas al Área de Estudio del proyecto.....	37
Figura 15. AICAS y Sitios Ramsar cercanos al Área de Estudio del proyecto.	38
Figura 16. Áreas Naturales Protegidas cercanas al Área de Estudio del proyecto.	39
Figura 17. Zonas Vulnerables presentes el Área de Estudio del Proyecto en un radio de 500 m.	40



III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

El presente proyecto promovido por GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V., corresponde a la construcción de la Terminal de Descarga HISENSE, la cual será utilizada para descomprimir el Gas Natural Comprimido (GNC) y almacenado en los tanques del contenedor móvil (camiones/tráileres), con el fin de suministrar Gas Natural para uso de la Planta HISENSE.

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

[REDACTED] en las siguientes coordenadas:
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del Proyecto.

Vértice	UTM Datum WGS 84 Z 12 N	
	X	Y
1	[REDACTED]	[REDACTED]
2	[REDACTED]	[REDACTED]
3	[REDACTED]	[REDACTED]
4	[REDACTED]	[REDACTED]



Figura 1. Ubicación del Proyecto.

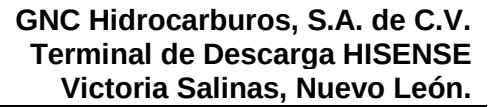
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

III.1. Aspectos Abióticos.

A continuación, se describen los aspectos abióticos correspondientes al sitio donde se realizará el proyecto, considerando un radio de 500 metros (Área de Estudio) a partir de los límites de la terminal, tal como se establece en el numeral 5.3.1 de la Guía de la ASEA para la elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector de Hidrocarburos.

III.1.1. Clima.

En el municipio de Salinas Victoria, se presentan diferentes tipos de clima como: Semiseco semicálido (57%), Seco semicálido (33%), Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (4%), Semiseco muy cálido y cálido (3%), Seco muy cálido y cálido (2%) y Semiseco templado (1%).



- **BSo(h')w:** Ojo Árido, semicálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.



Para mayor detalle, **Ver Anexo 2. Planos Temáticos.**



Se obtuvo la información de condiciones climáticas por medio de la base de datos meteorológicos de la NASA en la que se muestra el promedio del periodo de los últimos diez años (2009 al 2018) del Área de Estudio, en la que se obtuvo al 2009 como el año con mayor temperatura máxima con 20.82 °C y el promedio total del periodo 2009 - 2018 fue de 20.40 °C. Para la temperatura mínima se presentó el 2011 como el año más frío del periodo con una temperatura de 6.96 °C y el promedio total del periodo fue de 7.44 °C. Sobre la precipitación se presenta un promedio total de 7.44 mm en el que se obtuvo al año 2016 con mayor lluvia y al año 2018 con menor precipitación.

Para la velocidad del viento a 50 m que se presentó en el Área de Estudio, se encuentra un promedio total de 3.577 m/s, una velocidad máxima de 5.459 m/s y una mínima de 1.882 m/s, en la velocidad del viento a 10 m se obtuvo un promedio de 3.38 m/s, una velocidad máxima de 4.93 m/s y una mínima de 1.4 m/s, con una dirección del viento del Suroeste al Noreste.

En humedad relativa para el Área de Estudio se obtuvo un promedio total de 64.616%, en el año 2012 tuvo una menor humedad relativa y en el año 2016 una máxima humedad relativa.

En la **Tabla 2**, se presentan las condiciones climáticas del área de estudio:

Tabla 2. Resumen de condiciones climáticas.

N°	Año	Parámetro									
		Temperatura máxima anual (°C)	Temperatura mínima anual (°C)	Precipitación (mm)	Velocidad promedio del Viento a 50 m (m/s)	Velocidad máxima del Viento a 50 m (m/s)	Velocidad mínima del Viento a 50 m (m/s)	Velocidad promedio del Viento a 10 m (m/s)	Velocidad máxima del Viento a 10 m (m/s)	Velocidad mínima del Viento a 10 m (m/s)	Humedad relativa (%)
1	2009	20.82	7.29	845.85	3.5	5.41	1.92	3.31	4.65	1.34	62.96
2	2010	20.55	7.6	911.41	3.67	5.63	1.96	3.48	4.82	1.33	62.82
3	2011	19.99	6.96	738.37	3.44	5.23	1.79	3.25	4.51	1.26	64.66
4	2012	20.62	7.15	745.13	4.07	6.16	2.09	3.81	5.25	1.44	62.06
5	2013	20.52	7.4	788.97	3.62	5.41	1.79	3.4	4.64	1.24	62.19
6	2014	20.77	7.5	811.76	3.68	5.6	1.92	3.48	4.8	1.32	63.54
7	2015	20.28	7.48	915.19	3.42	5.39	1.96	3.29	4.63	1.34	65.69
8	2016	19.95	7.8	1013.68	3.43	5.21	1.78	3.24	4.46	1.21	68.93
9	2017	20.37	7.8	891.26	3.49	5.24	1.75	3.28	4.5	1.21	67.16
10	2018	20.17	7.42	2.84	3.45	5.31	1.86	3.26	4.55	1.29	66.15
	Promedio total	20.404	7.44	766.446	3.577	5.459	1.882	3.38	4.93	1.4	64.616

Fuente: Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) of National Aeronautics and Space Administration (NASA) (<https://power.larc.nasa.gov/>)

Para mayor detalle, Ver Anexo 7. Condiciones climáticas.



III.1.2. Geología.

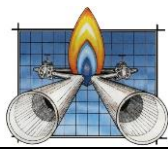
Características litológicas y presencia de fallas, fracturas y ejes estructurales.

El Área de Estudio donde se pretende realizar el proyecto se ubica sobre el tipo de litología Conglomerado (Q(cg)) y el proyecto se encontrará a una altura de 530 msnm (**Ver Figura 3**). Además, en el Área de Estudio no se presenta fallas y fracturas, solamente una curva de nivel de 500 msnm que queda a 9 m alejado del proyecto (**Figura 4**).



Figura 3. Características Litológicas en el Área de Estudio.

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



III.1.3. Geomorfología.

El Área de Estudio donde se realizará el proyecto se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte y la Subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, donde incide la topoforma Bajada con Lomerío y Lomerío con Llanuras como se puede apreciar en la **Figura 4**. Para el proyecto se presenta en el tipo de topoforma Bajada con Lomerío.

- **Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte.**

Se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León. Esta provincia se comparte con los EE.UU.; dentro del territorio mexicano se ensancha hacia el norte a lo largo del río Bravo. Presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, etc. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Existen lagunas costeras, siendo las mayores: la Laguna Madre, la Laguna de Catemaco y la Laguna de San Andrés. La mayor parte de las rocas son sedimentarias, calizas y lutitas cretácicas en las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas terciarias y lutitas depositadas al noreste de Tamaulipas (cuenca de Burgos) y otras al sudeste (cuenca de Tampico-Misantla). En esta provincia es posible encontrar intrusiones de rocas ígneas ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y básicas, del Terciario al Cuaternario, distribuidas al norte de Tamaulipas y cerca de Ciudad Mante.

Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos – Salinas Victoria, Nuevo León. INEGI.

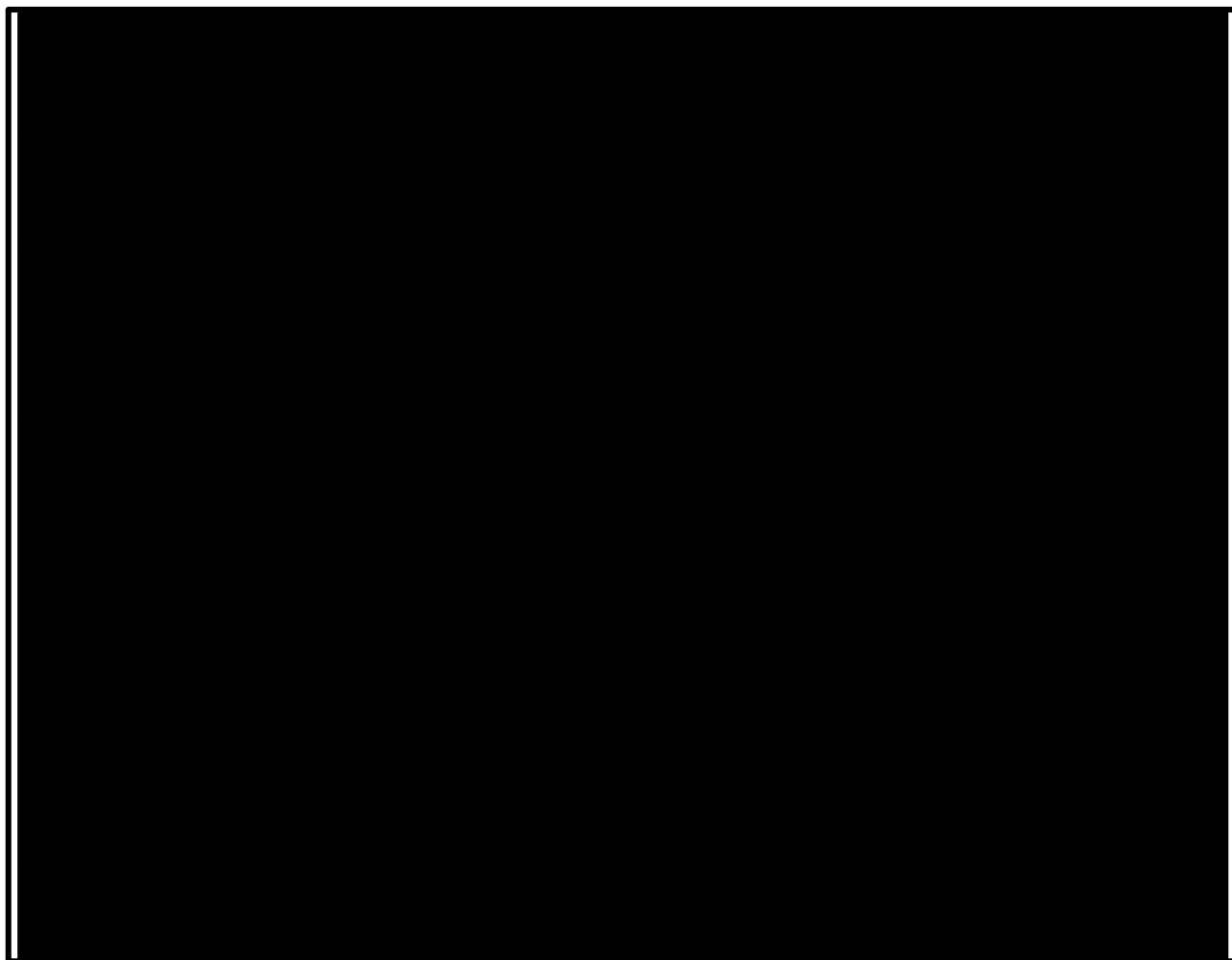


Figura 4. Relieve (Curvas de Nivel y Sistema de Topoformas) presente en el Área de Estudio.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



III.1.4. Suelo.

El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre, la cual brinda soporte a la cubierta vegetal natural y a las actividades humanas; el suelo se forma a partir de la interacción de varios factores ambientales como el clima, el tipo de roca que da origen al suelo (material parental), vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. (INEGI, 2006).

Fuente: INEGI. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología (2006).

En el municipio de Salinas Victoria, los tipos de suelo son los siguientes: Leptosol (51.6%), Calcisol (18.7%), Phaeozem (10.4%), Kastañozem (9.4%), Chernozem (7.7%), Fluvisol (2.1%) y No aplicable (0.1%). En el área de estudio donde se pretende realizar el proyecto, inciden los suelos tipo: Rendzina + Regosol calcárico + Litosol con una Clase de Textura Media, como se puede apreciar en la **Figura 5**.

A continuación, se definen las propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo ya mencionados:

Tabla 3. Clasificación del primer grupo de suelo.

Unidades de Suelo		
Código	Nombre	Definición
I	Litosol	Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original. En México, los Leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la del Sur, las Penínsulas de Yucatán y Baja California y una vasta región del Desierto Chihuahuense. Particularmente, en la Península de Yucatán, los Leptosoles tienen una capa superficial rica en materia orgánica, pero también pueden presentar problemas de manejo agrícola por la escasa retención de humedad debido a lo somero del suelo y alta cantidad de afloramientos rocosos.
E	Rendzina	Del polaco rzedzic: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia



Unidades de Suelo		
Código	Nombre	Definición
		orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal (Fig. 48). Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia (Fig. 47). En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades y su símbolo es (E).
RG	Regosol	Del griego <i>rhegos</i> , manta. Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles.

Tabla 4. Clasificación de calificadores del grupo de suelo.

Calificadores de las Subunidades de Suelo		
Código	Nombre	Definición
ca	calcárico	Del latín <i>calcarius</i> , con cal. Suelo con más de 2% de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.

Tabla 5. Clase textural del suelo presente.

Clase Textural		
Código	Nombre	Definición
2	Media	Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

Fuente: Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Unidades y Subunidades de Suelo. INEGI.

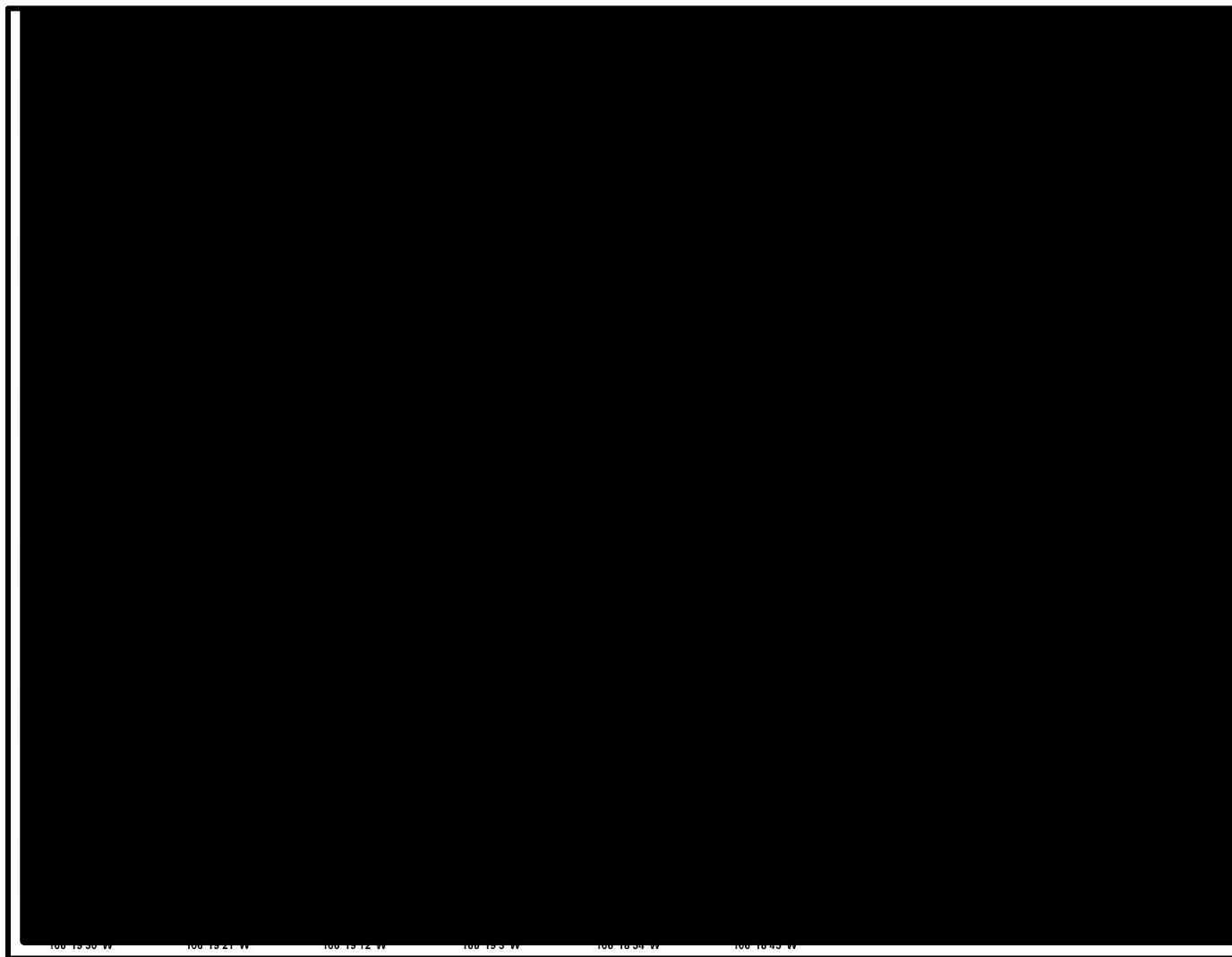
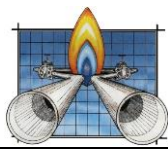


Figura 5. Edafología presente en el Área de Estudio.

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



III.2. Factores Bióticos.

III.2.1. Flora.

Por sus características climáticas y orográficas, Nuevo León posee una amplia diversidad de tipos de vegetación, los cuales van desde matorrales desérticos hasta bosques templados, pasando por matorrales tan exuberantes que pudieran considerarse como selvas bajas.

La flora vascular de Nuevo León está integrada por 158 familias, 1 031 géneros, 3 175 especies y 109 taxa infra específicos. Las familias más representativas son las cactáceas (nopales, biznagas, órganos, pitayas, etcétera); gramíneas (zacates), compuestas (girasoles, hierba de anís, mariola, entre otros) y las leguminosas (mezquites, huizaches, ébanos, etcétera). De estas últimas se registran 65 géneros con 168 especies, entre herbáceas (40%), arbustos (36%), lianas y enredaderas (18%) y arbóreas (6%).

Cuarenta por ciento del territorio estatal es afectado por algún tipo de degradación, el proceso dominante de degradación en el estado es el eólico con 18.9% de la superficie total, mientras que la degradación de tipo hídrico, químico y físico impactan 10.6%, 9.8% y 1.2% del territorio, respectivamente.

Para el caso del municipio de Salinas Victoria, presenta un uso de suelo de tipo Agrícola del 29 %, y zona urbana de 0.4%, en vegetación predomina el de tipo Matorral con un 62.6%, posteriormente continua la vegetación de tipo bosque con un 5% y pastizal con un 3%.

Tomando en cuenta lo anterior, se revisó la capa de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000 del INEGI, para el Área de Estudio se presenta un tipo de vegetación Matorral Submontano (MSM) (**Figura 6**).

Se investigó en registros de ejemplares del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de CONABIO algunas de las especies de vegetación que se encuentran en el área de estudio: Tres aristas curvado (*Aristida purpurea*), Banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Zacate punta blanca (*Digitaria californica*), Pasto africano rosado (*Melinis repens*), Navajita morada (*Bouteloua radicata*) y Palma pita (*Yucca filifera*).

Sin embargo, comienza un desarrollo de instalaciones industriales aledañas al proyecto como la Planta HISENSE en el que se tendrá que respetar la vegetación aledaña existente en el Área de Estudio.

Fuente: CONABIO. 2018. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de ejemplares, versión 2017-12. Publicación en el Geoportal y Enciclovida. México.

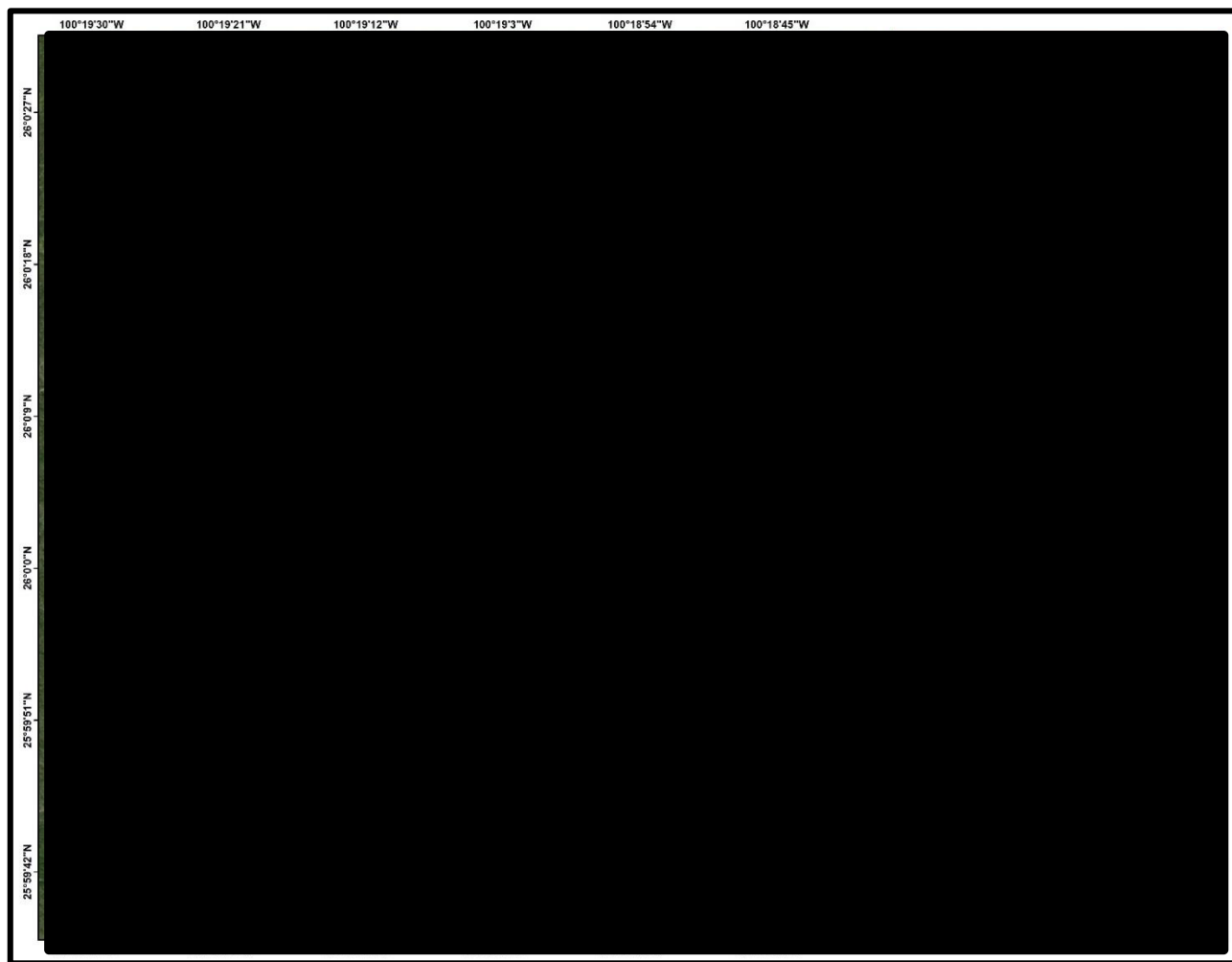


Figura 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en el Área de Estudio.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



III.2.2. Fauna.

La fauna silvestre del Estado de Nuevo León es una mezcla de elementos neárticos y neotropicales, siendo precisamente esta área donde se presenta el límite septentrional de distribución de algunas especies de afinidad tropical. Esto deriva fundamentalmente por las condiciones fisiográficas que presenta la Sierra madre Oriental, la cual, funciona como un corredor biológico en la porción oriental con orientación Norte Sur, pero al cambiar de dirección, se representa un límite a la distribución de especies con afinidades neotropicales o poco resistentes a las condiciones más xéricas que se distribuyen al Norte de Monterrey.

Por otro lado, Nuevo León ocupa el 12 lugar en extensión geográfica de México, con una superficie de 64,081.94 km², sin embargo, presenta una biodiversidad relativamente media para el país. La mayoría de los estudios realizados en el aspecto de la fauna silvestre, se han enfocado principalmente para conocer e incrementar el conocimiento de los grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), y en menor cantidad hacia los insectos y fauna menor.

Esta biodiversidad o riqueza biológica, se conoce por lo menos en tres niveles biológicamente indiscutibles: alfa, la variabilidad individual de sus poblaciones o especies, beta, la cantidad de especies y subespecies, y gama, el número de formaciones biológicas (con dominancia de la vegetación). Se considera parte de la biodiversidad solamente a las especies locales (nativas) y a las progenitoras silvestres de plantas cultivadas, mas no a las consideradas plagas y otras especies cuando son introducidas, ni a las especies transgénicas producidas por la Biotecnología y Bioingeniería.

Se consultó en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de CONABIO, los registros de ejemplares sobre fauna presente en el municipio de Salinas Victoria, Nuevo León, específicamente para la zona donde se encuentra el Área de Estudio del proyecto. A continuación, se presentan los registros de fauna:

Tabla 6. Especies de fauna en el Área de Estudio del proyecto según bibliografía de CONABIO.

Clase	Nombre común	Especie	Categoría en la NOM-059
Reptil	Huico pinto del noreste	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Sin categoría
	Lagartija cornuda texana	<i>Phrynosoma cornutum</i>	Sin categoría
Mamíferos	Ratón Casero Eurasiático	<i>Mus musculus</i>	Sin categoría
	Caballo	<i>Equus caballus</i>	Sin categoría
	Rata algodónera crespá	<i>Sigmodon hispidus</i>	Sin categoría
	Rata-cambalachera de pradera	<i>Neotoma micropus</i>	Sin categoría
Aves	Cardenal rojo	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Sin categoría
	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Sin categoría
	Gorrión Doméstico	<i>Passer domesticus</i>	Sin categoría
	Huilota Común	<i>Zenaida macroura</i>	Sin categoría
	Tortolita Cola Larga	<i>Columbina inca</i>	Sin categoría



	Paloma Doméstica	<i>Columba livia</i>	Sin categoría
	Paloma de Collar Turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	Sin categoría

SA= Sistema Ambiental / AI = Área de Influencia.

Estas especies no serán afectadas por el proyecto, ya que a pesar que se encuentran con gran distribución en el municipio, estas no se encuentren en al área del proyecto pues éste se localiza dentro de las instalaciones del cliente.

Fuente: CONABIO. 2018. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de ejemplares, versión 2017-12. Publicación en el Geoportal y Enciclovida. México.

III.3. Susceptibilidad del Sitio del Proyecto.

Entendemos por susceptibilidad la posibilidad que en un área geográfica se desencadene o se vea afectada por un fenómeno natural. Se consideran como áreas susceptibles tanto las zonas donde se ha generado un fenómeno, así como las zonas que se pueden ver afectadas por su recorrido.

Un fenómeno natural, es un acontecimiento potencialmente perjudicial, que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o la degradación ambiental. Puede tener un origen geológico, hidrometeorológico. Los fenómenos naturales, se caracterizan por su localización o alcance, magnitud o intensidad y frecuencia o probabilidad. Es decir, todo fenómeno natural tiene intrínseca una peligrosidad, que definimos como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo en un periodo de tiempo específico y en un área del territorio determinada. La probabilidad de ocurrencia está relacionada con la "frecuencia" del fenómeno y el potencial destructivo con la "magnitud" del fenómeno.

A continuación, se presenta la susceptibilidad y en algunos casos el peligro y riesgo que presenta el municipio de Salinas Victoria a distintos fenómenos naturales de origen geológico e hidrometeorológico, según lo estipulado en el Atlas de Peligros y/o Riesgo de Nuevo León.

III.3.1. Terremotos (sismicidad).

- Los sismos o terremotos vienen a ser de los agentes más destructivos de origen geológico, que más daño puede llegar a provocar, debido a sus efectos en las construcciones y sistemas vitales del ser humano.

El Estado de Nuevo León no es considerado como una zona muy activa sísmicamente ya que se encuentra en la zona del noreste de México ha sido considerado durante mucho tiempo como una región asísmica, aunque se encuentra un registro de sismo en el Servicio Sismológico Nacional de la UNAM en el municipio Ciénega de Flores (Lat: 26.14°, Long: -99.85° Prof: 5.0 km) en el Estado de Nuevo León sucedido el 03 de junio del 2021 con una magnitud baja de 3.1.

- Hipotéticamente la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas que están diseñadas con fines antisísmicos; esta zonificación emitida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) contempla los datos de cada uno de los sismos que están registrados desde



inicios de siglo, los más importantes y los de mayor impacto en la infraestructura (registros históricos) y en los registros de aceleración del subsuelo de los grandes movimientos ocurridos.

Las zonas sísmicas de la República Mexicana son las siguientes:

- **La Zona A:** Representa la región donde no se tienen registros de sismos, no se habían reportado en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad.
- **La Zona B y C:** Son zonas intermedias donde se registran sismos no tan frecuentemente, aunque son afectados por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.
- **La Zona D:** Es la Franja donde se han presentado grandes sismos históricos, en esta región la ocurrencia de los sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

El Estado de Nuevo León y el municipio de Salinas Victoria se encuentran en la Zona A, que se considera de los niveles de vulnerabilidad más bajas ya que representa la región donde no se tienen registros de sismos, no se habían reportado en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad.

Con todo lo mencionado anteriormente se comprueba que en el Área de Estudio presenta un grado de intensidad de Cero, ya que no existen registros de sismos actuales (**Figura 7**).

Fuente: Atlas de Riesgo de Nuevo León
http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Nuevo%20Le%C3%B3n&CVE_ENT=19
Catálogo de sismos. Servicio Sismológico Nacional. 2021. Universidad Nacional Autónoma de México, 2021.

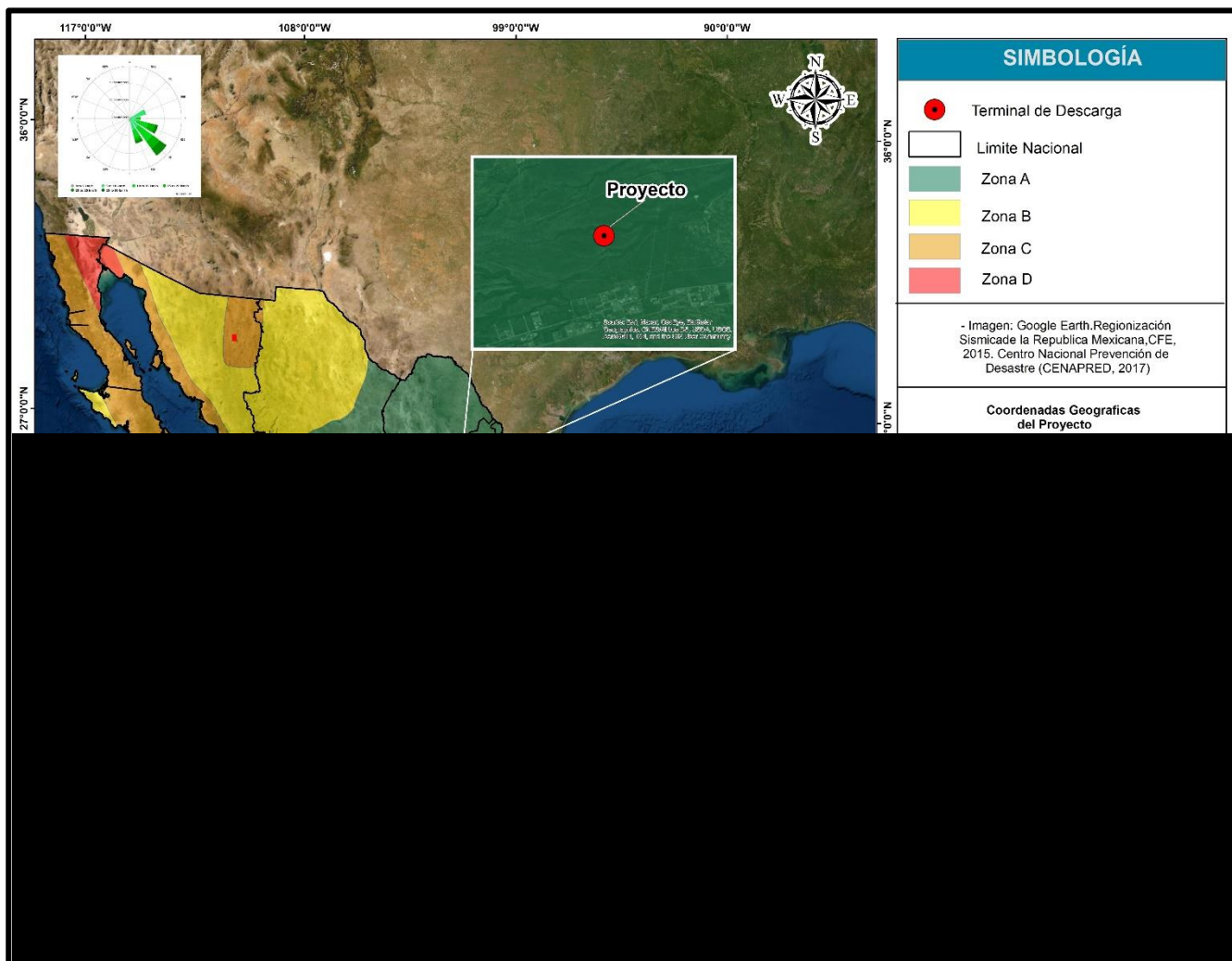
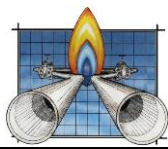


Figura 7. Incidencia del proyecto en la Zonas Sísmicas de la República Mexicana (CFE - 2015).
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
Fuente: Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE 2015)



III.3.2. Desprendimientos y Deslizamiento de Masas Rocosas.

El peligro por inestabilidad se clasifica como deslizamientos de laderas en tres grandes grupos: caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos. Los deslizamientos de laderas definidos en la guía de CENAPRED se subdividen de acuerdo con los materiales formadores, los cuales pueden ser rocas, detritos y suelos, desprendimientos, volteos, derrumbes, deslizamientos, expansiones laterales, flujos y movimientos complejos.

Técnicamente hablando, un deslizamiento es un movimiento de la masa del suelo o roca la cual se desliza, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies.

Los Procesos de Remoción en Masa (PRM) tienen como principales agentes detonantes a la lluvia y a los sismos, los cuales inducen fuerzas en los macizos rocosos que tienden a provocar inestabilidad. De acuerdo con las condiciones climáticas, el Estado de Nuevo León se ubica en la zona latitudinal norte de subtrópicos. El clima de Nuevo León es muy variable; sin embargo, predomina el clima semiseco extremo. La precipitación pluvial es bastante escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores de 800 milímetros; la media general del Estado oscila entre 300 y 600 milímetros.

Las lluvias intensas se registran entre los meses de junio a octubre, las lluvias son los principales disparadores de deslizamientos en la Sierra Madre Oriental. El primer caso donde se correlaciona periodos extraordinarios de lluvias con un huracán es en 1895. En agosto de 1938, un huracán categoría 2 golpea a la región de Monterrey, durante este ciclón se documentan deslizamientos de tierra asociados a estas intensas lluvias en la Curvatura de Monterrey, en particular en el área del Mirador y cerro del Obispado, en Monterrey, N. L.

Además de las lluvias como detonante de los procesos de ladera, se tienen los sismos, aunque el noreste de México se caracteriza por ser una región de baja sismicidad. Sin embargo, Galván- Ramírez y Montalvo-Arrieta (2008) reportan que para el Estado de Nuevo León hay evidencia de sismos desde 1838, un punto importante es que la mayor parte de la sismicidad reportada se localiza en la Sierra Madre Oriental. Uno de los sismos más recientes, corresponde al temblor de Santiago (17/04/2006; M = 4.3, Servicio Sismológico Nacional).

De la sismicidad reportada en la SMO, no hay evidencia documental de algún tipo de proceso de remoción en masa. Sin embargo, es posible que alguno de los sismos documentados por Galván- Ramírez y Montalvo-Arrieta (2008) pudiera haber inducido algún tipo deslizamiento de tierra. De acuerdo con Keefer (1999) la magnitud mínima reportada para inducir un proceso de ladera es M=4.

Particularmente en el Estado de Nuevo León, las afectaciones por PRM han sido importantes, causando pérdidas materiales y afectaciones a la población y a las actividades productivas.

La **Tabla 7** muestra la relación de PRM, localidades donde se han documentado estos eventos, así como la fecha y el tipo de fenómeno meteorológico que lo disparó.



Tabla 7. Correlación entre deslizamientos y lluvias en el Estado de Nuevo León
(periodo 1995 - 2008). Fuente: "El Norte".

Evento	Año	Mes	Deslizamientos	
			Localidades	Comentarios
Tormenta Tropical Grabielle	1995	Agosto	Rayones	Deslaves en Rayones. El Alcalde de Rayones solicita ayuda al Gobierno del Estado porque cuatro ejidos de la Comunidad presentaron deslizamientos, como el Ejido Las Casillas que se encontraba incomunicado por los deslaves provocados por las lluvias.
			Santiago	Varios deslaves se observaron en la carretera que conduce de Santiago a la Laguna de Sánchez (Rincón Suizo y a Puerto Genovevo).
			Linares	Las lluvias ocasionaron deslaves sobre la carretera que comunica los municipios de Linares, Iturbide y Galeana.
Tormenta Tropical Dolly	1996	Agosto	Linares	Más de 10 tramos de la Carretera Linares-San Roberto fueron severamente dañados por deslaves que dificultaron el tránsito de vehículos y tráileres al caer grandes rocas que obstruyeron los carriles.
			Rayones	400 familias del municipio de Rayones estuvieron incomunicadas por los daños que sufrió la Carretera Montemorelos - Rayones.
Lluvias	1998	Septiembre	Rayones	En Rayones, la carretera tenía más de 30 deslaves.
Lluvias extraordinarias	1999	Septiembre	Rayones	En algunos puntos de la Sierra tanto de Galeana como Rayones se han registrado algunos deslaves. En Rayones es donde se han presentado problemas, cayeron algunas rocas y se tuvo que cerrar un carril de la



				carretera.
Ciclón Keith	2000	Octubre	Aramberri	Deslaves peligrosos en la carretera Zaragoza-Aramberri.
Tormenta Tropical Erika	2003		Linares	Se registraron deslaves que provocaron el cierre total de la circulación de la Carretera Linares - San Roberto, a la altura del kilómetro 41.
			Rayones	La carretera a Rayones fue cerrada por deslaves y derrumbes en la Sierra.
Lluvias extraordinarias	2004	Abril	Rayones	Deslaves por lluvias.
Huracán Emily	2005	Julio	Montemorelos - Rayones	Deslaves en la Sierra Madre Oriental cubrieron de lodo y rocas algunos tramos de la Carretera Montemorelos-Rayones, entre los kilómetros 18 y 24, obligando a autoridades de ambos municipios a cerrar la vía a la circulación.
Lluvias extraordinarias	2008	Septiembre	Santiago	Otros poblados en la Sierra de Santiago, como Ciénega de González, San Juan Bautista y San Isidro, quedaron aislados por deslaves en la Carretera a Laguna de Sánchez. Así como desgajamientos considerables a la altura de Puerto Genovevo.
			Montemorelos - Rayones	Sergio Alanís, director del Sistema Estatal de Caminos, informó que se tuvo que cerrar la Carretera Montemorelos-Rayones porque se presentaron deslaves a la altura de los kilómetros 17 y 26. El mayor desprendimiento de roca y lodo, se registró a la altura del lugar conocido como "El Puerto".

De acuerdo con la recopilación realizada, se ha encontrado que los factores que condicionan la ocurrencia de PRM en el Estado de Nuevo León son:

- a) condiciones litológico-estructurales;
- b) alteración de la ladera por actividades industriales o de urbanización; y
- c) periodos importantes de lluvia.



Tomando en cuenta la información anterior, no se presentan registros de Desprendimientos y Deslizamiento de Masas Rocosas en el Área de Estudio donde se encuentra el proyecto, así que queda fuera de todos los riesgos en cuanto a deslizamientos.

Además, se verificó en el Atlas Nacional de Riesgo de CENAPRED 2016 la Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas causantes de Deslizamientos, en el que presenta el Área de Estudio una zonificación Muy Bajo, esto quiere decir que el proyecto se encuentra en una zona libre de deslizamientos y segura para su realización y operación (**Figura 8**).

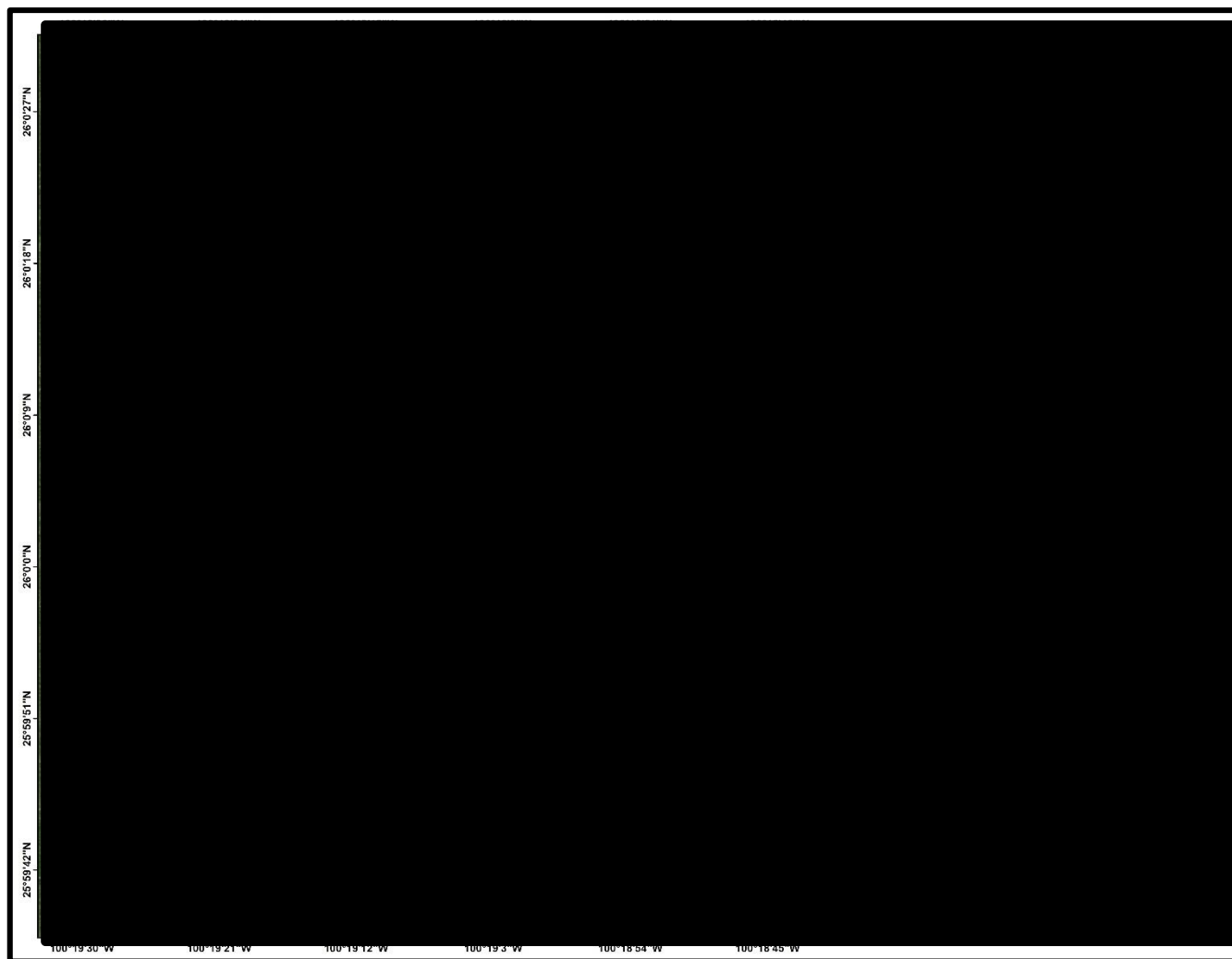
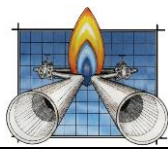


Figura 8. Susceptibilidad de Deslizamientos en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Atlas de Riesgo del Estado de Nuevo León.2010.Gobierno del Estado de Nuevo León.

III.3.3. Hundimientos.

Estos procesos se caracterizan por ser movimientos de componente vertical, diferenciándose generalmente entre hundimientos o movimientos repentinos y subsidencias o movimientos lentos.



Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- a) Hundimientos de cavidades subterráneas, con o sin reflejo en superficie.
- b) Subsistencia o descenso lento y paulatino de la superficie del terreno.

Los hundimientos de cavidades subterráneas en roca, suelen ocurrir por colapso de los techos de cavidades subterráneas, más o menos profundas, al alcanzarse una situación límite de la resistencia de las rocas suprayacentes, sometidas a tensiones que no pueden soportar. El que repercutan o no en superficie depende de la profundidad, de la potencia y características geomecánicas de los materiales suprayacentes.

Las cavidades subterráneas pueden tener un origen natural o antrópico. La ocurrencia de hundimientos depende de los siguientes factores:

- 1) El volumen y forma de las cavidades.
- 2) El espesor de recubrimiento sobre las cavidades.
- 3) La resistencia y comportamiento mecánico de los materiales suprayacentes.

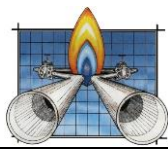
En el caso de los hundimientos de origen natural, en la mayoría de los casos las cavidades o cuevas naturales están asociadas a materiales kársticos o solubles, disparándose la disolución cuando existe exceso de CO_2 en la atmósfera y que se enriquece en el suelo por la actividad vegetal, mezclándose con el agua para desarrollar el ácido carbónico que es el que disuelve a los carbonatos y en general a los materiales evaporíticos. La disolución crea huecos en rocas carbonatadas y evaporíticas, al alcanzar estos huecos determinadas dimensiones, generan estados de desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la rotura de la bóveda o techo de la cavidad; si este es poco potente o poco resistente, se hundirá la superficie del terreno. Las variaciones importantes del nivel freático en terrenos cársticos pueden dar lugar a reajustes tensionales que provocan hundimientos.

En el Estado de Nuevo León, el proceso de hundimiento característico está asociado a la presencia del fenómeno de karsticidad, el cual crea cavidades ya sea subterráneas o con exposición en la superficie, mismas que conforman el peligro más representativo en la región. Por lo anterior, el tema de hundimientos se centra en los procesos y morfologías propias de la karsticidad, la cual está presente en gran parte del estado, condicionada por sus características geológicas.

Los hundimientos y subsidencias son fenómenos comunes en el norte y sur de este Estado, especialmente en la montaña, aunque también se presentan en zonas planas. Los hundimientos por disolución y colapsos abruptos de cavidades son más abundantes que las subsidencias debido a que la litología carbonatada y evaporítica es predominante, si la comparamos con los materiales arcillosos y poco consolidados, que generalmente están presentes en las regiones donde ocurre el fenómeno de asentamiento lento del terreno.

En el Estado de Nuevo León, la litología, el clima y la actividad antropogénica, son los principales factores que se conjuntan para que se presenten movimientos súbitos del terreno. En el estado, la exposición en superficie de los materiales evaporíticos es mayor en el sur que en el norte y, ampliamente, se observa en la superficie el reflejo de los fenómenos kársticos acelerados por la disolución de materiales evaporíticos que existen en regiones como Galeana, donde el desarrollo de dolinas es abundante.

En cuanto a los carbonatos, estos predominan en la región sur y oeste del estado, condicionados por la exposición de estructuras plegadas que componen a la Sierra Madre Oriental. Al norte del estado los carbonatos están expuestos de manera aislada especialmente en las crestas de anticlinales que están



separados por amplios valles sinclinales. En general, en todo el estado, los yesos afloran principalmente en los núcleos de estructuras anticlinales brechadas y en zonas donde el basamento fue levantado por inversión de fallas profundas; en estos casos el área de exposición de este tipo de materiales es extraordinariamente grande, como en el caso del municipio de Galeana.

Fuente: Atlas de Riesgo del Estado de Nuevo León.2010.Gobierno del Estado de Nuevo León.

Para el Área de Estudio tiene un tipo de suelo Rendzina + Regosol calcárico + Litosol de textura media, en el que no presenta ninguna de las características mencionadas anteriormente que son los tipos de suelo vulnerables a los hundimientos.

III.3.4. Inundaciones.

Las inundaciones se han convertido en uno de los desastres naturales más frecuentes que afectan a la sociedad, a los seres humanos, sus bienes materiales, los recursos culturales y ecológicos.

Se entiende por inundación, aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, que provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

A últimas fechas, los daños ocasionados por inundaciones en el país se han incrementado por diversos factores, entre ellos el crecimiento de las áreas urbanas que disminuyen el área de captación de las cuencas, así como el desarrollo de asentamientos humanos en las llanuras de inundación de los cauces. Estas inundaciones son ocasionadas por fuertes precipitaciones que acompañan a huracanes, tormentas tropicales y otros fenómenos atmosféricos.

En las planicies de los grandes ríos de México, prácticamente todos los años se producen inundaciones fluviales derivadas de sus desbordamientos, la causa principal es la pérdida de la capacidad hidráulica de las corrientes, una vez que pasan de la zona montañosa a las zonas bajas. En contraste, en las zonas semidesérticas las inundaciones son menos frecuentes, por lo que suelen olvidarse; sin embargo, cuando se presentan causan serios problemas. El estado de Nuevo León presenta estos dos tipos de condiciones.

Por otro lado, para el municipio de Salinas Victoria se muestra en la **Figura 9** que no presenta inundaciones concurrentes en todo su territorio, representando una categoría de riesgo Media (CENAPRED,2016).

Fuente: Atlas de Riesgo del Estado de Nuevo León.2010.Gobierno del Estado de Nuevo León.

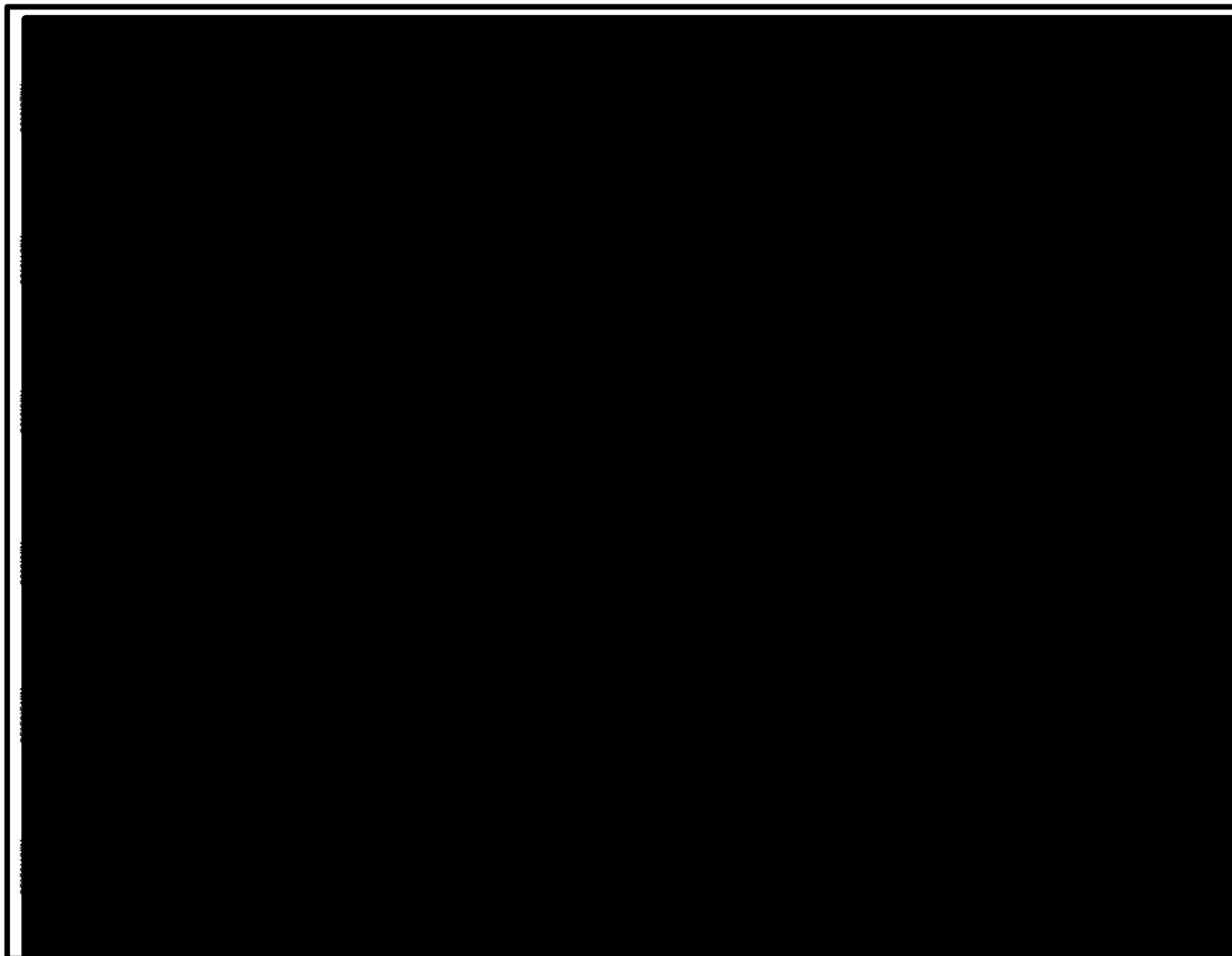


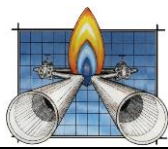
Figura 9. Susceptibilidad de Inundaciones en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

III.3.5. Perdidas de suelo debido a la erosión.

Cuando se habla de la degradación del suelo se hace referencia a los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana.

Se presenta un 42% de la superficie nacional que podría resultar afectada por erosión hídrica, y que 17 entidades federativas mostrarían daño en más de 50% de su territorio, entre ellas Guerrero (79.3%), Puebla (76.6%), Morelos (75.2%), Oaxaca (74.6%) y el estado de México (73.7%).

Con respecto a la erosión eólica potencial, se estima que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Prácticamente el 100% del territorio de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Durango y Zacatecas, tendría alta y muy alta erosión eólica potencial, lo que concuerda con los tipos de vegetación y climas típicos en las zonas áridas y semiáridas del país.



La salinización o alcalinización se presenta principalmente en las regiones áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación y puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes químicos. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Guanajuato, Sonora, Sinaloa y Zacatecas.

En el municipio de Salinas Victoria presenta diferentes causas de la erosión como:

- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento con un grado ligero a causa del sobrepastoreo.
- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento con un grado moderado y ligero a causa del sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación.
- Erosión hídrica con deformación del terreno con un grado moderado a causa de sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación.

Para el Área de Estudio se presenta un tipo de erosión hídrica con deformación del terreno con un grado Moderado a causa de sobrepastoreo, aun así, el proyecto realizará acciones preventivas para evitar la pérdida de suelo (**Figura 10**).

Fuente: Atlas de Riesgo de Nuevo León
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/Estados/VisorNuevoLeon/>
Degradación del suelo en la República Mexicana- CONABIO.
Degradación del suelo en la República Mexicana – Escala 1:250000. 2004. SEMARNAT.



Figura 10. Susceptibilidad de Erosión en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

III.3.6. Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.

Se reconoce que el mecanismo de contaminación de las fuentes de agua es complejo e intervienen múltiples factores, la evidencia de estudios en este sentido muestra que ciertas actividades de origen antropogénico, como la minería, tienen el potencial de incrementar el riesgo de exposición de las fuentes de abastecimiento por vía de contaminación del subsuelo o al contaminar las fuentes someras de abastecimiento del agua de los centros poblacionales, como los ríos.

Más aún, se reconoce que la exposición a residuos químicos derivados de estos procesos productivos constituye un riesgo potencial para la salud por su persistencia en el entorno y, en el caso de los residuos depositados en las inmediaciones de sitios con actividad minera, la interacción con las corrientes de agua superficial representa un mecanismo de transmisión que posibilita la exposición de la población a estos elementos.



En el Estado de Nuevo León el uso y descarga del agua es muy variable, ya que a los usos agrícolas y agroindustrial no se les asignan descargas concesionadas. Sin embargo, es ampliamente conocido que los flujos de retorno del agua de riego contienen pesticidas y fertilizantes que escurren a cuerpos superficiales de agua, contaminándolos y disminuyendo la disponibilidad de agua por la mala calidad. Esta es un área de oportunidad que debe ser explorada para identificar posibles acciones que ayuden a evitar las externalidades y por lo tanto se proteja el capital ambiental de la región.

En la zona metropolitana de Monterrey se encuentra en riesgo el Río Santa Catarina, a causa de contaminantes como metales pesados, detergentes, aceites y desechos fecales; estos municipios son: Monterrey, Santa Catarina, San Pedro Garza García, Guadalupe, Juárez y Cadereyta Jiménez.

Además del Río Santa Catarina, el Río Pesquería fue durante algún tiempo uno de los ríos más contaminados del país. Sin embargo, con la construcción de tres plantas de tratamiento de aguas residuales que dan servicio a la ciudad de Monterrey y a una parte de su zona metropolitana, el agua ha mejorado notablemente su calidad, clasificándose como de buena calidad para riego conforme a la norma NOM-003-ECOL1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se vuelvan a usar en servicio al público.

Para el municipio de Salinas Victoria no presenta esta susceptibilidad, ya que no forma parte del área metropolitana de Monterrey donde es la zona potencial a nivel industrial y se presentan estos registros, además en el proyecto se encuentra alejado de los Ríos importantes del municipio, también no presenta cuerpos de agua dentro del Área de Estudio.

Fuente: Uso del agua en Nuevo León. 2015. The Nature Conservancy.
Atlas de Riesgo de Nuevo León
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/Estados/VisorNuevoLeon/>

III.3.7. Huracanes (ciclones, depresiones tropicales).

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos 18 años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico (**Ver Tabla 8**), los cuales han causado desastres principalmente en los estados ubicados en la costa Este y Oeste de la República Mexicana. A continuación, se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del año 2001 al 2018.

Tabla 8. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2018.

Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados afectados
2018	Pacífico	Bud	H4	Baja California Sur, Sinaloa y Sonora
		Carlotta	TT	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima, Tabasco, Veracruz, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala y Puebla
		DT No. 19	DT	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Baja California
		Rosa	H4	Baja California y Sonora
		Sergio	H4	Chihuahua, Sonora, Baja California, Baja California Sur, Michoacán, Guerrero y Oaxaca
		Tara	TT	Jalisco, Michoacán, Colima y Guerrero
		Vicente	TT	Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas
		Willa	H5	Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán,



Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados afectados
	Atlántico			Durango y Zacatecas
		Alberto	TT	Yucatán y Quintana Roo
		Michael	H4	Quintana Roo y Yucatán
2017	Pacífico	Beatriz	TT	Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla, Estado de México, Ciudad de México y Morelos
		Calvin	TT	Oaxaca
		Lidia	TT	Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima, Nayarit, Sinaloa, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Guanajuato
		Max	H1	Michoacán, Guerrero y Oaxaca
	Atlántico	Franklin	H1	Yucatán, Veracruz, Tamaulipas, Hidalgo y Estado de México
		Katia	H2	Veracruz y Puebla
2016	Pacífico	DT No. 1	DT	Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Guerrero
		Javier	TT	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima, Sinaloa, Nayarit, Baja California Sur, Durango, Zacatecas, Sonora y Aguascalientes
		Newton	H1	Jalisco, Colima, Michoacán, Sinaloa, Nayarit, Durango, Guerrero, Zacatecas, Baja California sur, Baja California, Sonora y Chihuahua
	Atlántico	Colin	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco
		Danielle	TT	Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Coahuila
		Earl	H1	Campeche, Tabasco, Oaxaca, Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Estado de México, Morelos, Tamaulipas, CD de México y Veracruz
2015	Pacífico	Blanca	H4	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Baja California Sur, Baja California y Sonora
		Carlos	H4	Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Estado de México, Querétaro, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit
		DT No. 16	DT	Baja California Sur, Baja California, Sonora y Sinaloa
		Patricia	H5	Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Zacatecas, Sinaloa, Chihuahua, Nayarit, Durango, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí
2014	Pacífico	Simón	H4	Michoacán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Baja California Sur, Colima y Jalisco



Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados afectados
	Atlántico	Trudy	TT	Guerrero, Chiapas y Oaxaca
		Vance	DT	Sinaloa, Durango, Jalisco, Colima, Nayarit
		Dolly	TT	San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz
		DT 9	DT	Campeche
2012	Pacífico	Bud	H3	Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit
		Carlotta	H2	Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz
		Norman	TT	Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco y Baja California Sur
		Paul	H3	Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Durango, Nayarit y Jalisco
	Atlántico	Ernesto	H1	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Puebla, Tlaxcala, México, Distrito Federal, Morelos, Michoacán, Guerrero y Oaxaca
		Helene	TT	Tabasco, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca
2011	Pacífico	DT 12E	DT	Oaxaca y Chiapas
		Jova	H2	Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit
		DT 8E	DT	Michoacán, Colima y Jalisco
		Beatriz	H1	Guerrero, Colima, Michoacán y Jalisco
	Atlántico	Rina	TT	Quintana Roo
		Nate	TT	Tabasco y Veracruz
		Harvey	DT	Chiapas, Tabasco, Veracruz y Oaxaca
		Arlene	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas e Hidalgo
2010	Atlántico	Richard	DT	Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Tabasco
		Matthew	DT	Campeche y Veracruz
		Karl	TT (H3)	Quintana Roo, Veracruz y Campeche
		Hermine	TT	Tamaulipas
		DT 2	DT	Tamaulipas
		Alex	TT (H2)	Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas y Nuevo León
2009	Pacífico	Georgette	TT	Baja California Sur y Sonora
		DT 11E	DT	Oaxaca y Veracruz
		Ágatha	TT	Chiapas
		Andrés	H1	Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit
		Jimena	H4	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima y Guerrero
		Rick	H5	Guerrero, Oaxaca, Michoacán y Jalisco
	Atlántico	Ida	H2	Yucatán y Quintana Roo
2008	Pacífico	Odile	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
		Norbert	H2	Baja California Sur, Sonora y Chihuahua
	Atlántico	Marco	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla
	Pacífico	Lowell	DT	Baja California Sur, Sinaloa y Sonora



Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados afectados
	Atlántico	Dolly	TT	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua
	Pacífico	DT 5E	DT	Michoacán
	Atlántico	Arthur	TT	Quintana Roo, Campeche y Tabasco
2007	Atlántico	Lorenzo	H1	Veracruz, Puebla e Hidalgo
	Pacífico	Henriette	H1	Baja California Sur y Sonora
	Atlántico	Dean	H5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro
	Pacífico	Bárbara	TT	Chiapas
2006	Pacífico	Norman	DT	Colima, Michoacán y Jalisco
		Lane	H3	Sinaloa y Colima
		John	H2	Baja California Sur
2005	Atlántico	Wilma	H4	Quintana Roo y Yucatán
		José	TT	Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Distrito Federal
		Gert	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León
		Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León
	Pacífico	Dora	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
	Atlántico	Cindy	DT	Quintana Roo y Yucatán
		Bret	TT	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo
2004	Pacífico	DT 16E	DT	Sinaloa
		Lester	TT	Guerrero
		Javier	DT	Baja California Sur y Sonora
2003	Pacífico	Marty	H2	Baja California Sur, Sonora y Baja California
		Ignacio	H2	Baja California Sur
	Atlántico	Erika	H1	Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán
2002	Pacífico	Kenna	H4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas
	Atlántico	Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán y Campeche
2001	Pacífico	Juliette	H1	Baja California Sur, Sonora y Sinaloa

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Solamente se han registrado 3 fenómenos meteorológicos para el Estado de Nuevo León, en el 2016 la Tormenta Tropical Danielle (Atlántico), en el 2010 una Tormenta Tropical derivada por el Huracán Alex (Atlántico) y en el 2003 se registró el Huracán Erika H1 (Atlántico). Para el Área de Estudio no se encuentra ninguna susceptibilidad meteorológica, dando seguridad a la realización del proyecto (**Figura 11**).

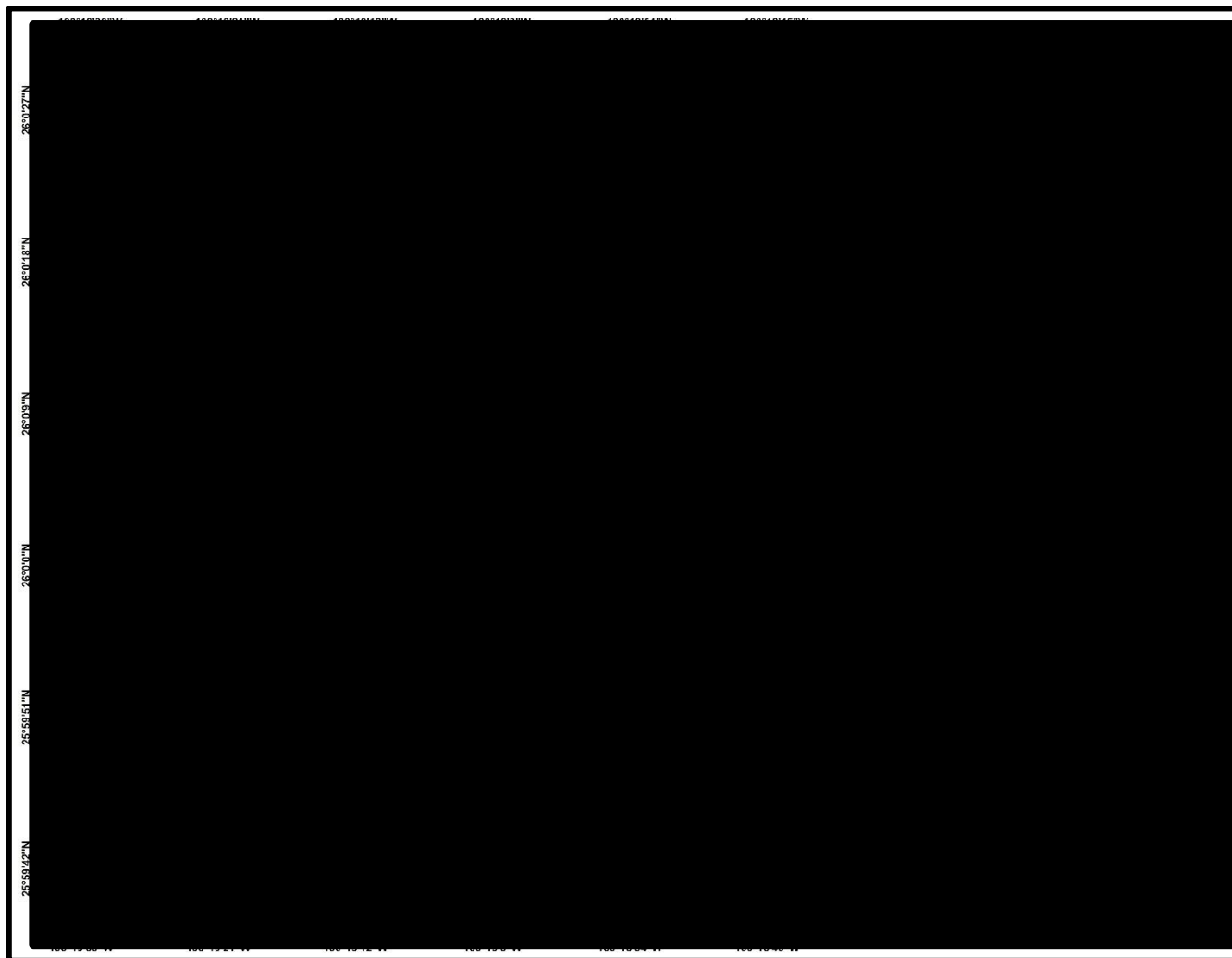


Figura 11. Susceptibilidad de Ciclones Tropicales presentes en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

III.3.8. Nevadas y Heladas.

En el Estado de Nuevo León predominan climas semisecos extremos, los climas secos y semisecos se distribuyen principalmente en la región nororiental, la cual forma parte de la Gran Llanura de Norteamérica; y en la región suroccidental, separada de la primera por las alturas de la Sierra Madre Oriental. En áreas menores de la región de la sierra, en la zona del centro y sur de la entidad, así como en gran parte de la cuenca del Río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifrío.

De acuerdo con información del INEGI, en los climas semicálidos de la Llanura Costera del Golfo, las heladas presentan una frecuencia de 0 a 20 días al año, así como en las zonas de climas secos de la Gran Llanura de Norteamérica y de la Sierra Madre Oriental, con excepción de las áreas con clima semiseco templado. En las sierras y llanuras occidentales se registran frecuencias de 20 a 40 días con heladas al año. En las partes altas de la Sierra Madre Oriental, donde los climas son templados, se presentan heladas con frecuencias que van de 20 a 60 días al año.



En los municipios de la región sur del estado se presentan temperaturas mínimas inferiores a los 0 °C, entre estos municipios se encuentran: Galeana, Dr. Arroyo, Mier y Noriega, Aramberri y General Zaragoza.

Se verificó el riesgo de Nevadas para el municipio Salinas Victoria en el Atlas Nacional de Riesgos de la CENAPRED, 2016; en el que se presenta una Baja susceptibilidad, así que el Área de Estudio del proyecto se encontrara libre de nevadas o cambios drásticos climatológicos (**Figura 12**).

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/porta/fenomenos/>

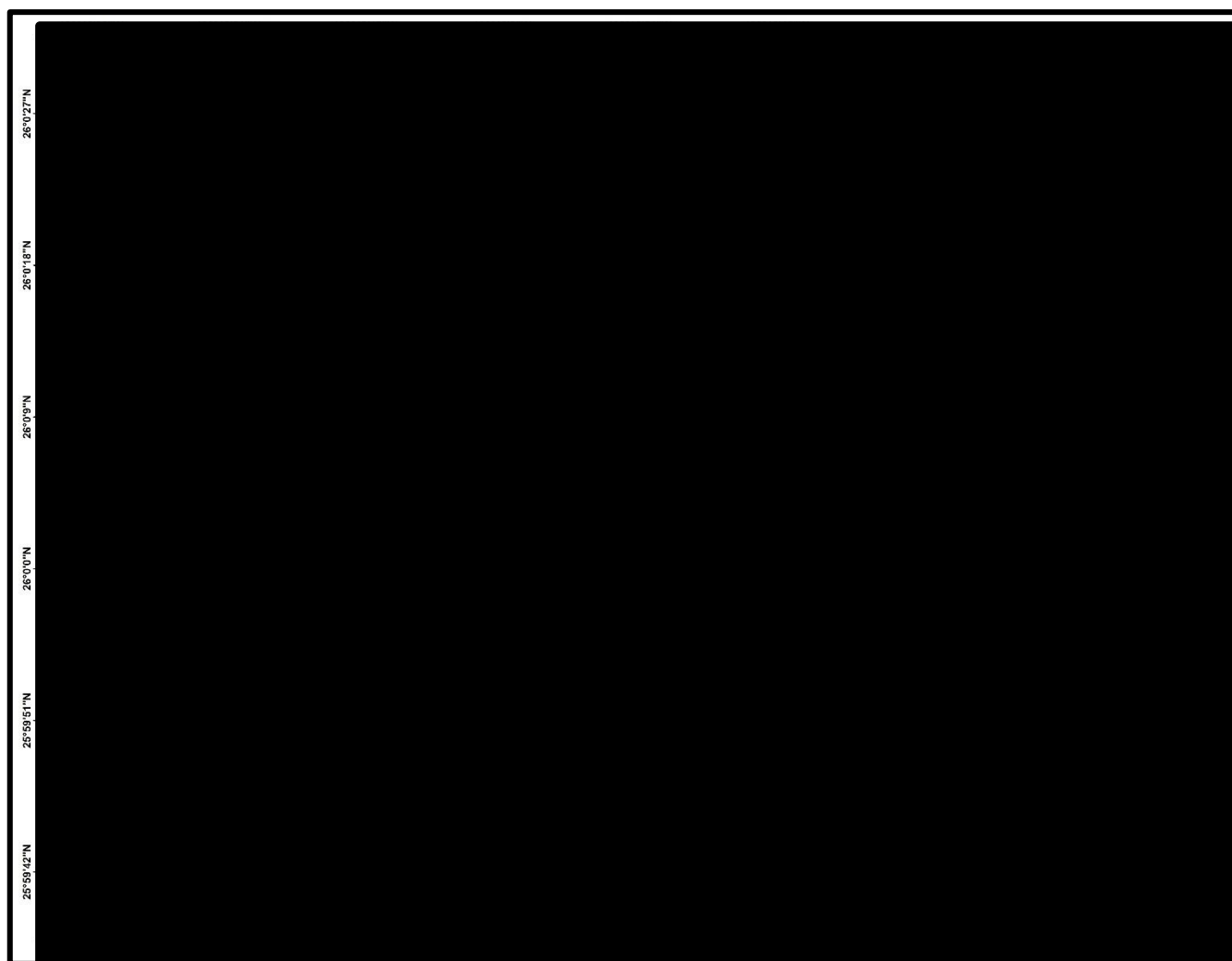


Figura 12. Susceptibilidad de Heladas presentes en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



III.3.9. Tormentas de Granizo.

El granizo está formado por partículas irregulares de hielo, dispuestas en láminas circulares, con un diámetro promedio de entre 5 y 50 mm. Se produce en tormentas intensas en las que se originan previamente gotas de agua sobreenfriadas (gotas de agua que se encuentran en estado líquido a temperaturas por debajo del punto normal de congelación del agua, 0°C).

Las tormentas de granizo son más comunes durante la canícula, días del año en los que se presenta mayor temperatura, asociados con fenómenos eléctricos.

El granizo es un fenómeno atmosférico poco usual y muy localizado (la extensión de las tormentas abarca unos cuantos kilómetros), el cual se forma en las nubes llamadas cumulonimbus, grandes nubes de tormenta cuya cima presenta una forma plana.

De acuerdo al CENAPRED (2001) el Estado de Nuevo León presenta una intensidad de peligro “Muy Bajo” por granizadas, teniendo al municipio de Galeana con mayor intensidad de peligro por granizada.

Para el municipio de Salinas Victoria se encuentra con una intensidad de peligro “Bajo” por granizada, así que el Área de Estudio del proyecto se encuentra fuera de peligro para el fenómeno antes mencionado (**Figura 13**).

Fuente: Atlas de Riesgo de Nuevo León
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/Estados/VisorNuevoLeon/>



Figura 13. Susceptibilidad de Granizo presente en el Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

III.4. Zonas Vulnerables de Población.

El proyecto Terminal de Descarga se encuentra ubicado en la Planta HISENSE, debido a esto en el sitio solo se encuentran las instalaciones industriales que pudieran ser afectadas.

Aun así, quedan fuera del radio de 500 m la incidencia de escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales y parques. La población más cercana al Área de Estudio del proyecto es la de Hacienda Santa Gertrudis quedando a 610 m de distancia, y la zona urbana de Salinas Victoria queda a 4 km del Área de Estudio del Proyecto, ambas poblaciones quedan libres de vulnerabilidad.

III.5. Componentes Ambientales.

El Área de Estudio del proyecto incide en la Región Hidrológica Prioritaria Num. 53 Río San Juan y Río Pesquería, incidiendo los 500 m de radio que presenta el Área de Estudio, aunque la Región Hidrológica



Prioritaria presenta una extensión de 13,724.34 km², dicha extensión no tendrá ninguna alteración fisiográfica ni hidrológica por parte del proyecto, ya que el área destinada para su realización presenta modificaciones antropológicas.

Es importante aclarar que no se encuentra en el Área de Estudio del proyecto algún otro componente ambiental de gran importancia, ya que no incide en ningún Área Natural Protegida en ninguna de sus tres categorías (Federal, Estatal y Municipal), Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, ni Sitios RAMSAR (**Ver Figuras 14, 15 y 16**).

Tabla 9. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Proyecto
Cuerpos de agua	Cuerpo de Agua Intermitente	-	N	2.138 km
Área Natural Protegida	Cerro de la Silla	Monumento Natural con una superficie total de 6,039.39 ha.	S	36.98 km
Región Terrestre Prioritaria	Sierra Picachos	La RTP abarca los municipios de Agualeguas, Cerralvo, Doctor González, Higuera, Marín, Sabinas Hidalgo, Salinas Victoria. Esta Región presenta una superficie total de 1,405 km ² .	E	26.31 km
Área de Importancia para la Conservación de las Aves	Picachos	Clave de la AICA NE-09, presenta una superficie total de 142,424.73 ha.	E	32.86 km
Sitio Ramsar	Baño de San Ignacio	El Sitio Ramsar presenta un Área de 4,225.4 ha.	SE	152.23 km

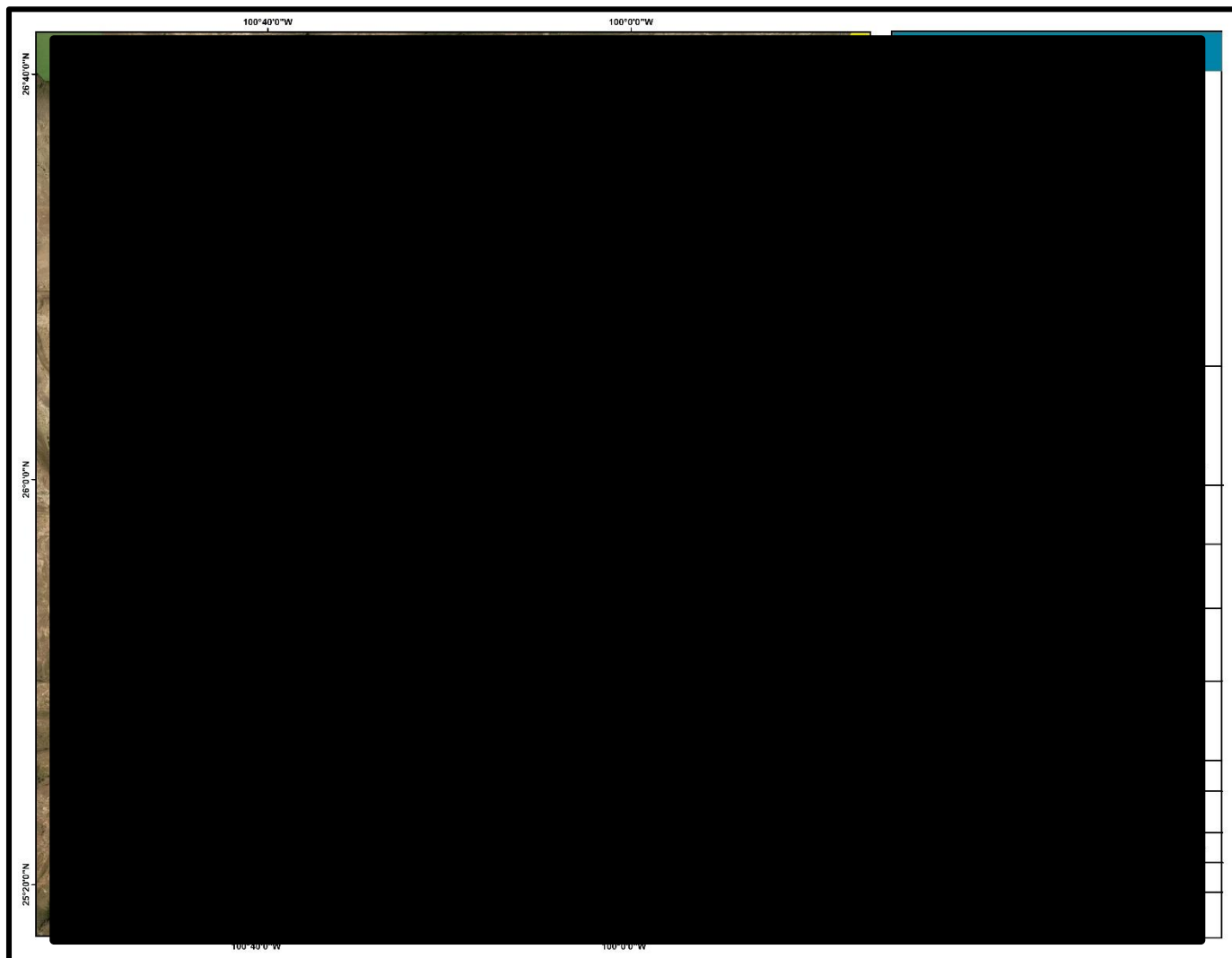


Figura 14. Regiones Prioritarias cercanas al Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

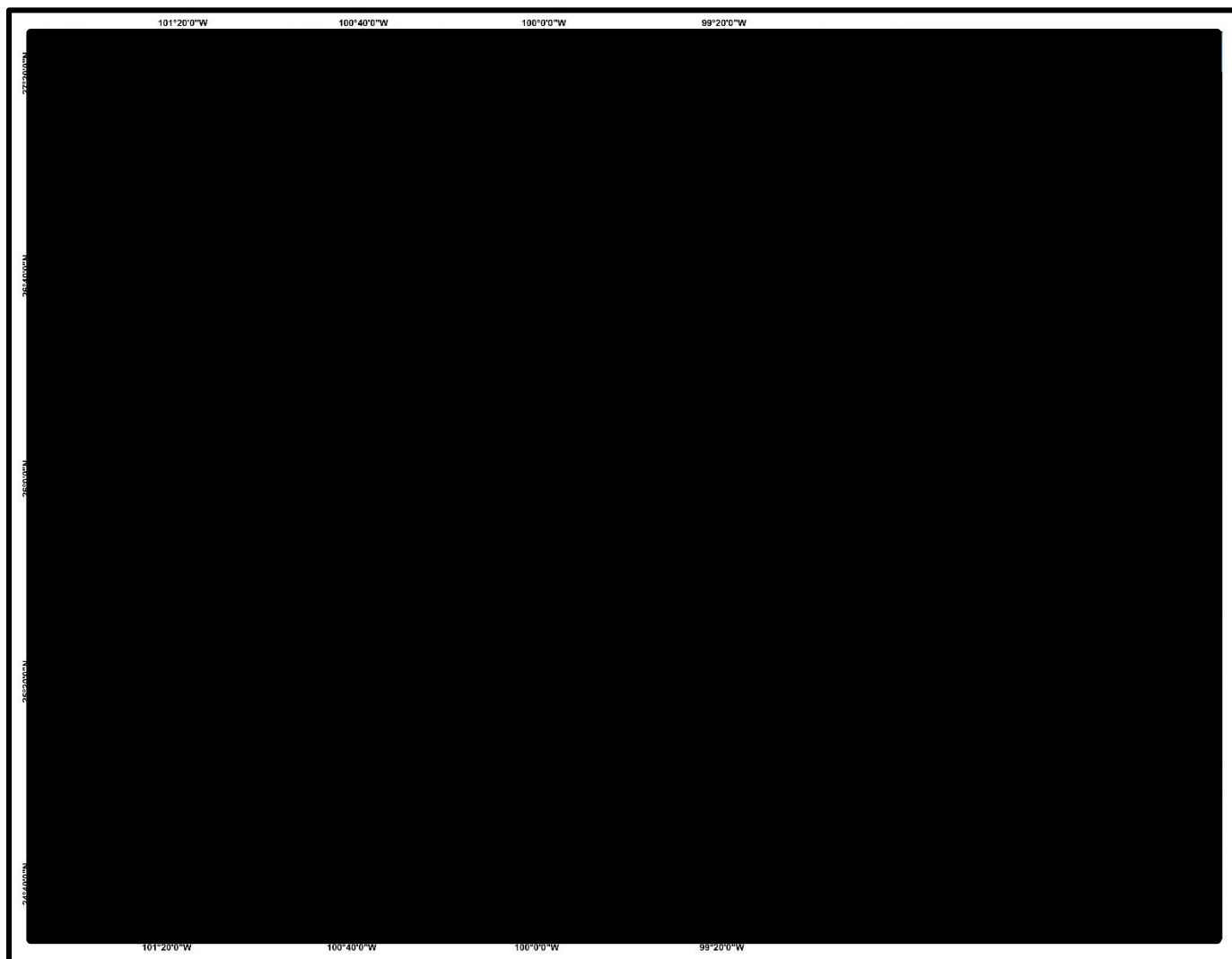


Figura 15. AICAS y Sitios Ramsar cercanos al Área de Estudio del proyecto.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

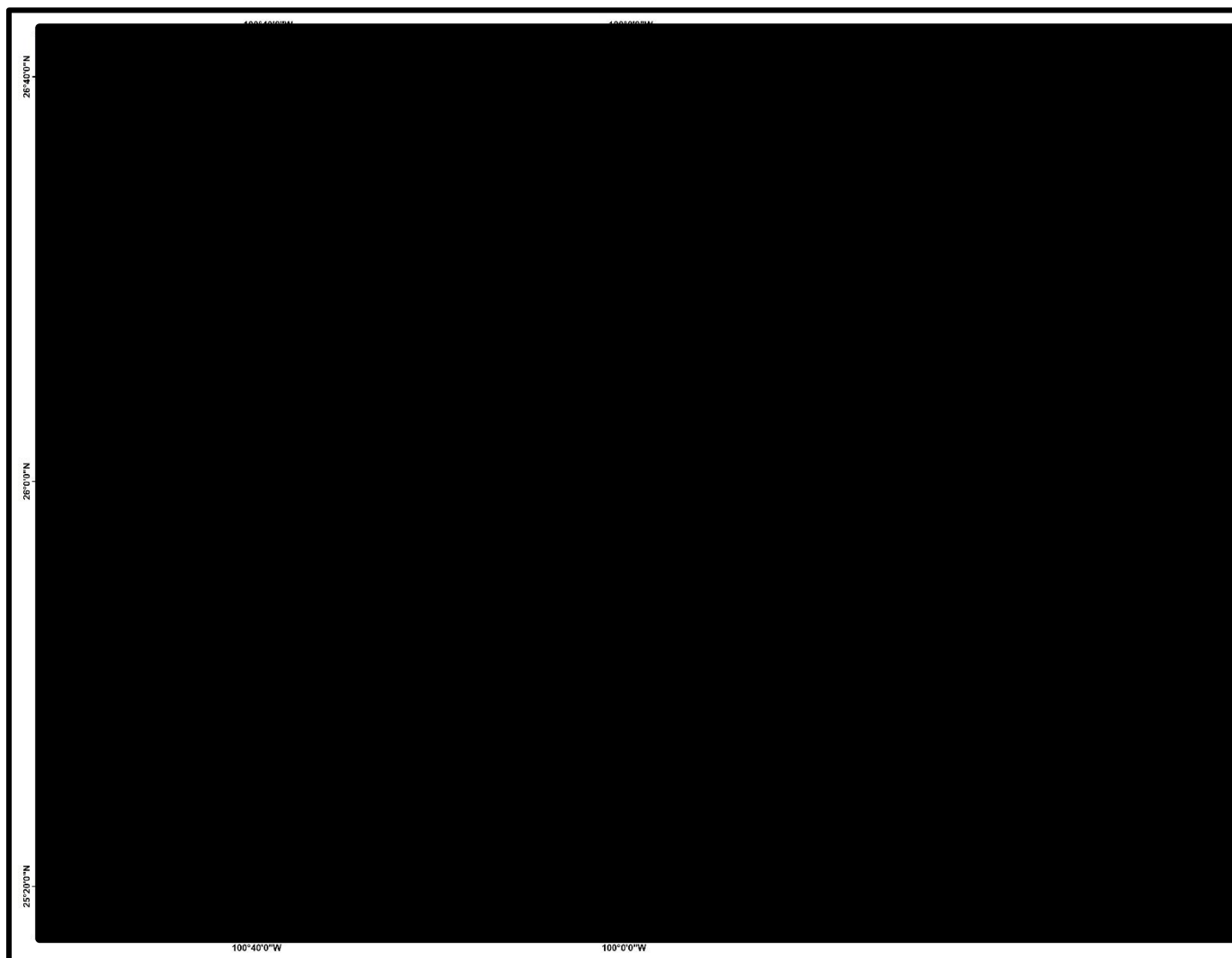


Figura 16. Áreas Naturales Protegidas cercanas al Área de Estudio del proyecto.

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



III.6. Infraestructura vial e industrial.

Para el proyecto Terminal de Descarga HISENSE, partiendo del municipio de Salinas Victoria, se tiene que tomar la Carretera [REDACTED] (Ver Figura 17).

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

A continuación, se enlista la Infraestructura de la Planta HISENSE que incide en un radio de 500 m.

Tabla 10. Proximidades con Infraestructura Industrial para un radio de 500 metros.

No.	Nombre de la zona	Ubicación (N/S/E/O NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
1	Camino sin pavimentar 1	Noroeste	56.46
2	Camino sin pavimentar 2	Oeste	469.62

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



Figura 17. Zonas Vulnerables presentes el Área de Estudio del Proyecto en un radio de 500 m.

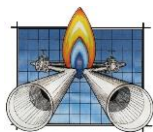


III.7. Uso de suelo.

En lo que se muestra en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 2015 escala 1: 250. 000, ubica al sitio donde se pretende realizar el proyecto, como un sitio de Matorral Submontano (MSM) (**Ver Figura 6 Uso de Suelo y Vegetación presente en el Área de Estudio**).

Tabla 11. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte, Sur, Este y Oeste	Matorral Submontano	La vegetación está formada por arbustos y árboles bajos no espinosos (vegetación inerme) y algunos espinosos caducifolios, de 3 a 5 m de alto.



Índice

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	3
IV.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgo.	3
IV.1.1. Análisis Preliminar de Peligros.	3
IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes.	5
IV.1.3. Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo.	9
IV.1.4. Jerarquización de Escenarios de Riesgo.	12
IV.1.5. Aplicación de la metodología de Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgo.....	15
IV.1.6. Resultados de la Jerarquización de Escenarios de Riesgo.	16
IV.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo.	23
IV.2.1. Análisis Detallado de Frecuencias.	23
IV.2.2. Análisis Detallado de Consecuencias.	31

Tablas

Tabla 1. Antecedentes de accidentes e incidentes de Gas Natural.	9
Tabla 2. Metodologías de Análisis de Riesgo Cualitativo.....	10
Tabla 3. Categorías de consecuencias sugeridas. (MIL-STD-882E, 2012).....	13
Tabla 4. Niveles de probabilidad/frecuencia de accidente sugeridos. (MIL-STD-882E, 2012). ..	13
Tabla 5. Matriz de Evaluación de Riesgos. (MIL-STD-882E, 2012).	14
Tabla 6. Categorías de Riesgos. (MIL-STD-882E, 2012).....	14
Tabla 7. Nodos Seleccionados.	15
Tabla 8. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados.	17
Tabla 9. Escenarios seleccionados para el análisis de frecuencias.	24
Tabla 10. Simbología Utilizada por el Análisis de Árbol de Fallas.....	26
Tabla 11. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas.	27
Tabla 12. Escenarios de Riesgo Propuestos.	32
Tabla 13. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento..	34

Figuras

Figura 1. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios.	23
Figura 2. Árbol de Fallas del escenario 1.3 del Nodo 1. Rotura de manguera de descarga por movimiento del camión durante la descarga de GNC.....	27

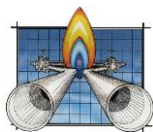
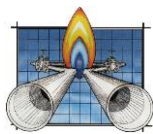


Figura 3. Árbol de Fallas del escenario 2.17 del Nodo 2. Fuga en válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) por falla en el sistema de calentamiento.	28
Figura 4. Árbol de Fallas del escenario 4.4 del Nodo 4. Fuga de Gas por desgaste de sellos en válvula manual.	29
Figura 5. Árbol de Fallas. Riesgo de Incendio y/o explosión por la fuga de gas Natural.	30



IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

IV.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgo.

Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidad de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de una sustancia peligrosa. Esto lleva a la formulación de escenarios fundamentales de accidentes, que requieren una mayor consideración y análisis.

El análisis probabilístico permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado Análisis de Consecuencias. Este paso permite una comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente y permite un análisis y priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

La combinación de resultados de la probabilidad del accidente y del análisis de consecuencias da una medida del riesgo con la actividad específica y este proceso es lo que constituye el análisis de riesgos, que permite, priorizar y examinar los escenarios potenciales de accidentes en términos de un riesgo total, que a la vez logre el desarrollo y preparación de un plan de emergencias.

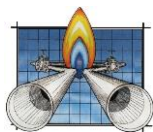
IV.1.1. Análisis Preliminar de Peligros.

La elección de la metodología a emplear para la identificación preliminar de los peligros y amenazas para el diseño del proyecto “Terminal de Descarga HISENSE” se sustenta con lo establecido en la guía de la ASEA, la cual considera la aplicación de metodologías que permitan identificar de manera preliminar los riesgos propios y características de acuerdo al tipo de proyecto y acorde a la etapa en la que se encuentre este.

Por lo anterior, en la identificación preliminar de los riesgos para el presente PROYECTO se utilizó la metodología de lista de verificación, la cual es adecuada para el tipo de instalación del proyecto, debido a que es una de las herramientas más útiles para la identificación de peligros inmediatos.

Lista de Verificación.

La lista de verificación es una manera de plasmar en papel, los requerimientos con que debe cumplir un equipo, proceso, maquinaria, procedimientos, etc., derivado de la experiencia de quien lo aplica o como su nombre lo indica, el de verificar si se está cumpliendo con dichos códigos y estándares. La efectividad de una lista de verificación para la identificación y control de peligros, dependerá de la experiencia y conocimientos, en cuanto a códigos y estándares.



Las listas de verificación son aplicables en general a todos los sistemas de administración y a un proyecto a través de todas sus etapas. Una lista de verificación debe ser apropiada o adecuada para una etapa de proyecto, equipo, maquinaria, materiales de construcción, procedimientos de operación, procedimientos de emergencia, diseño, operación, arranque y paro, mantenimiento, desmantelamiento y/o sistemas de seguridad.

Garza Ayala, Sergio. (2015) *Análisis de Riesgo Peligrosos en los Procesos, Parte 1: Metodologías*. (1ª. Ed) Monterrey, NL.: Dinámica Heurística, S. A. de C. V..

Ovarro Seguridad Funcional Operativa S.C. (2020). *Introducción al análisis de Riesgos. Métodos de Análisis de Riesgos*.

La lista de verificación se basó en la **NOM-010-ASEA-2016** “Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores”. Esta norma es la base del diseño bajo la cual está regido el Proyecto.

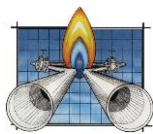
La **NOM-0010-ASEA-2016** establece requisitos para todas las etapas del ciclo de vida de una instalación, en este caso, el proyecto se encuentra en la etapa de ingeniería de diseño, por lo que se le aplica el capítulo “5. Diseño”.

El capítulo 5 establece requisitos por cada una de las siguientes secciones manejadas:

- 5.1. Sistema de Acondicionamiento de GNC.
- 5.2. Sistema de Compresión de GNC.
- 5.3. Sistemas de Almacenamiento de GNC.
- 5.4. Sistemas de Suministro de GNC.
- 5.5. Sistemas de seguridad de las Terminales de Carga y Estaciones de Suministro de GNC.
- 5.6. Sistemas de seguridad de las Terminales de Descarga de GNC.
- 5.7. Dictamen de Diseño de una Unidad de Verificación.

Con los requisitos normativos considerados en las secciones 5.6 y 5.7, se cubre el Diseño de la Terminal de Descarga de GNC.

En el **Anexo 6**, se adjunta la Lista de Verificación, donde se pueden consultar los resultados obtenidos de la aplicación de la lista de verificación; así mismo, se incluyen comentarios en los requisitos no cumplidos, los cuales deberán ser considerados y a su vez, atendidos conforme a lo que la autoridad solicite y en su caso, para las actualizaciones posteriores del ARSH en la siguiente fase del proyecto (etapa de construcción; Ingeniería de Detalle y/o Aprobada Para Construcción).



IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes.

Como datos históricos de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones de Gas Natural Comprimido (GNC), se presenta a continuación la descripción de casos de eventos en México y otras partes del mundo, relacionados con explosiones y/o incendios en el manejo de GNC.

1. Un muerto y 18 heridos en explosión en planta de gas en Austria.

Una persona murió y 18 resultaron heridas el día 12 de diciembre del 2017, en una explosión de una de las plantas de gas más grandes de Europa, situada en Austria. La Policía subrayó que el incidente se produjo por un problema técnico y que el caso está en manos de los investigadores regionales.

La nube de la detonación se veía incluso desde Viena, distante 30 kilómetros. La explosión se produjo a las 08:45 horas (07:45 GMT) en Baumgarten, una localidad cercana a la frontera con Eslovaquia, por donde entra a Austria el gas procedente de Rusia y Noruega.

La deflagración desató un incendio que pudo ser controlado tras varias horas. La Policía pidió a los ciudadanos que eviten la zona, donde 240 bomberos trabajaron en extinguir el incendio.

La central de Baumgarten distribuye gas desde el Este al Oeste, Sur y Sureste de Europa. El abastecimiento hacia Austria, Alemania y Francia no se vio afectado, "pero podría haber problemas en la dirección Sur", dijo un representante de Gas Connect Austria.

Fuente: Periódico El comercio.
Fecha de publicación: 12 de diciembre del 2017

2. Explosión en estación de gas deja cuatro muertos.

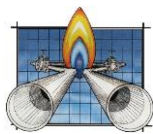
El 14 de septiembre del 2016, las autoridades atribuyen la tragedia a una "mala manipulación" de un compresor de gas. El accidente se registró en la estación de servicio ubicada en la Cordialidad con carrera 10.

Las autoridades atribuyen a una posible "mala manipulación" la explosión de un compresor de 200 libras de gas natural vehicular, la cual causó la muerte de cuatro personas e hirió a cuatro.

"Había un personal técnico haciendo un mantenimiento al compresor y, al parecer, hubo una mala manipulación", informó en el lugar el capitán Jaime Pérez, comandante del Cuerpo de Bomberos.

El accidente se registró el miércoles a las 11:20 de la mañana, en la estación de servicio (EDS) Biomax ubicada en la avenida Cordialidad con carrera 10, suroccidente de Barranquilla.

La información fue corroborada por el propietario de la EDS, Alberto Henríquez, quien informó que el estallido se registró "cuando el personal de mantenimiento trabajaba" en el dispositivo que surte a las islas que abastecen a los vehículos.



El hecho generó temor en habitantes del sector, y un caos vehicular sobre la Circunvalar. En el lugar perdieron la vida Édison Hernández Oliveros, Ever Antonio Rojano Esparragoza y John Freddy Sánchez.

Jorge Pertuz Marriaga, Ingeniero Mecánico de 40 años, falleció de un paro cardiorrespiratorio a las 4:20 p.m. en la clínica La Merced, donde ingresó con lesiones en la cabeza, fractura de tibia, peroné y cúbito. Era dueño de la empresa a cargo del mantenimiento.

La emergencia fue atendida por dos máquinas del Cuerpo de Bomberos y funcionarios de la Secretaría distrital de Prevención y Desastres. Agentes de la Policía acordonaron el área para evitar que particulares se acercaran y entorpecieran la labor de levantamiento de los cuerpos, a cargo de peritos del CTI de la Fiscalía.

Pérez indicó que las dos máquinas llegaron al lugar con agua para “refrescarlo” y evitar otra explosión.

“Fue importante el apoyo de Gases del Caribe, que hizo el control de las válvulas a fin de que no hubiera más flujo de gas hasta en el lugar”, manifestó.

Fuente: Periódico EL HERALDO.

Fecha de publicación: 15 de septiembre del 2016

3. Explosión en Callao.

Al menos un muerto y tres heridos graves fue el resultado de la explosión en un grifo ubicado en el cruce de las avenidas Elmer Faucett y Nestor Gambetta, en el Callao.

A través de un comunicado, la empresa Repsol precisó que el accidente se generó en la Planta de Compresión de Gas Natural de Petrocorp S.A., contigua al grifo “Cantolao”. “Con esta compañía, Repsol mantiene un contrato de abanderamiento para el expendio de combustibles”.

La explosión “habría ocurrido presuntamente en la operación de carga de una batería de contenedores de Gas Natural Comprimido”. No obstante, aseguran que las causas siguen siendo materia de investigación.

La víctima mortal de la explosión fue identificada como María Torres Meneses, quien era una trabajadora del establecimiento. En tanto, uno de los heridos graves es Carlos Fidel Rodríguez Abanto (40), quien fue internado en el hospital Daniel Alcides Carrión del Callao.

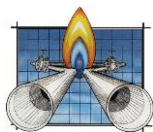
El accidente, que ocurrió a la 1 p.m. aproximadamente, hizo volar varios metros a algunos balones de gas y además causó daños materiales en vehículos cercanos

Fuente: Periódico El comercio.

Fecha de publicación: 02 de marzo del 2016

4. Se registra explosión en planta de gas natural en la Tinaja de Emiliano Zapata.

Poco después de las 13:00 horas se registró una explosión en uno de los tanques de recuperación de líquidos de la Estación de Descompresión de Gas y petroquímica básica de PEMEX, ubicada en La Tinaja del municipio de Emiliano Zapata.



Debido a esto se evacuó a 38 empleados de manera precautoria; fuentes oficiales informaron que el área donde se realiza la separación de residuos se tapó, provocando la explosión denominada “cerrada” por lo que no hubo fuego.

Las mismas autoridades señalaron que estas explosiones ocurren con frecuencia, las cuales no representan peligro alguno para los trabajadores o la ciudadanía.

Elementos de Protección Civil acudieron de inmediato al saber sobre el accidente, sin embargo, la empresa controló la situación cerrando todas las compuertas como medida de seguridad; cerca de las 14:00 horas la situación ya estaba controlada por lo que los obreros regresaron a sus labores sin ningún problema.

Cabe destacar que la planta en donde se originó el percance se dedica a la distribución de gas natural y es esta la que se encargaría de suministrar al gasoducto que se pretende construir entre Emiliano Zapata y Coatepec, mismo que pasaría por la capital del estado

Fuente: Econsulta.

Fecha de publicación: 22 de abril del 2015

5. Explosión en Estación de Gas Natural Comprimido (EGNC) propiedad de Neomexicana. Xoxtla, Puebla.

El día lunes 12 de noviembre del 2012, se presentó una importante fuga de gas que provocó la explosión e incendio de contenedores y vehículos de la empresa Neo Mexicana S.A. de C.V., ubicada en Avenida las Torres No. 18 de San Miguel Xoxtla, inmueble al cual acudieron más de 27 efectivos en 11 vehículos de bomberos, personal de Protección Civil y paramédicos del 066, durante estas acciones los bomberos al llegar al lugar se percataron de una columna de humo y flama de aproximadamente quince metros de altura, además de que al interior se combustionaban seis plataformas de tipo caja seca, contenedores de gas natural comprimido, 168 cilindros, un tractocamión marca Kenworth modelo 2001 y una camioneta tipo Pick Up con placas RG 31624 del Estado de Nuevo León.

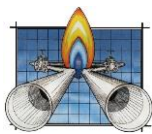
De inmediato se procedió a la extinción y remoción de material inflamable para evitar el riesgo de un incendio mayor, ya que se encontraban cerca del siniestro, transformadores de energía eléctrica.

Personal del número de Emergencias 066, perteneciente al Centro Estatal de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C4), atendió la emergencia. Como consecuencia del siniestro resultaron lesionadas dos personas con quemaduras de primero y segundo grado en 10% del rostro y los brazos, así como quemaduras en rostro y manos, respectivamente.

La Secretaría General de Gobierno, informó que autoridades de esta dependencia se comunicaron con directivos de Neomexicana, quienes se comprometieron a brindar todo el apoyo y la colaboración que sea necesaria para identificar las causas que provocaron el incendio. También, anunciaron que cubrirán los posibles daños a particulares que hayan resultado afectados en sus bienes.

Fuente: Periódico Xelhua. La voz de Puebla y el Valle de Cholula.

Fecha de publicación: 14 de Noviembre del 2012



6. Explosión en Estación para Compresión de Gas Natural (ECGN) propiedad de Alternative Fuels S.A. Ciudad de Córdoba, Argentina.

La deflagración, que sacudió a prácticamente todo el vecindario, se produjo a las 2:41 del 16 de Julio del 2003, en el local Alianza Gas, propiedad de la firma Alternative Fuels S.A.

Producida la explosión, arribaron al lugar un grupo de la Dirección de Bomberos, técnicos de Ecogas, de Enargas, de ABI Ingeniería (firma responsable del mantenimiento) y personal de la Dirección de Inspección de Industria, Comercio y Control Alimentario de la Municipalidad de Córdoba. Estos últimos procedieron a clausurar, preventivamente, la estación dedicada exclusivamente al expendio de gas natural comprimido, para uso automotor.

En la ocasión, la firma mostró todas las habilitaciones en regla.

Ocurrida la explosión, "aproximadamente a las 4:30 se procedió al cierre de la válvula (C) del puente de medición para interrumpir el suministro de gas natural en el equipo compresor", según informó por escrito la Distribuidora Gas del Centro.

El documento indicó que "las causas que motivaron dicho siniestro no están establecidas".

Por su parte, al ser consultados por el accidente, voceros del ente nacional que controla la actividad (Enargas) remitieron todas las inquietudes a la información de la página que tiene el organismo en la red Internet (www.enargas.gob.ar).

El jefe de Bomberos, dijo que solicitó la intervención de los peritos en explosivos, para analizar si pudo tratarse o no de un atentado. No obstante, de medios policiales trascendió que se piensa más en un "caso fortuito" que por la ocurrencia de actos vandálicos. Terceros damnificados:

Al producirse la explosión, la pared de hormigón del búnker (como se llama al recinto a cielo abierto donde funciona el compresor) no sufrió grietas. La onda expansiva se filtró, con menor intensidad, por el pasillo de ingreso, cuyas puertas deben estar permanentemente abiertas, por razones de seguridad.

Como consecuencia de la deflagración, además del pánico de los vecinos, algunas viviendas aledañas sufrieron la rotura de vidrios y aberturas de madera. En tanto, tres trozos del cilindro (de un peso aprox. de 2 kg) cayeron en un jardín vecino.

Aunado a lo anterior, a continuación, se incluye una tabla donde se indican accidentes ocurridos en plantas de Gas Natural Comprimido en diferentes partes del mundo y las causas más probables (**Ver Tabla 1**).

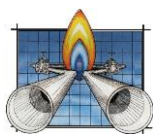


Tabla 1. Antecedentes de accidentes e incidentes de Gas Natural.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento o causa del accidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente)	Acciones realizadas para su atención
1	12 de diciembre 2017	Baumgarten, Austria	N/D	Gas Natural	Explosión	1 muerto y 18 lesionados	Atención inmediata por parte del cuerpo de bomberos del municipio (240). Suspensión de los servicios de gas
2	14 de septiembre del 2016	Barranquilla, Colombia	Estación de Servicio Biomax	Gas Natural	Explosión	4 muertos y 4 lesionados	La emergencia fue atendida por dos máquinas del cuerpo de bomberos y funcionarios de la secretaría distrital de Prevención y Desastres y apoyo de Gases del Caribe, que hizo el control de las válvulas a fin de que no hubiera más flujo de gas
3	02 de marzo del 2016	Callao, Peru	Planta de Compresión de Gas Natural de Petrocorp S.A.	Gas Natural	Explosión	1 muerto y 3 heridos graves	N/D
4	22 de abril del 2015	Emiliano Zapata, Veracruz	Estación de compresión	Gas Natural	Explosión	Suspensión de actividades por una hora	Evacuación de 38 empleados
5	12 de noviembre del 2012	Xoxtla, Puebla	Estación Gas Natural Comprimido	Gas natural	Explosión e incendio	2 personas lesionadas	Extinción y remoción del material inflamable
6	16 julio del 2003	Córdoba, Argentina	Estación de Compresión ECGN	Gas natural	Explosión	Viviendas sufrieron algunos daños	La Estación fue clausurada

IV.1.3. Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo.

Las técnicas de evaluación de riesgos comparten la meta de identificar peligros en el proceso de manera sistemática y proporcionar un análisis preliminar, dando la primera fase del estudio. Las técnicas comúnmente usadas para esta evaluación deben cumplir los requerimientos de análisis de riesgo contemplados en la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), EPA (Environmental Protection Agency) y la CMA (Chemical Manufacturers Association), así como en Literatura especializada como, Loss Prevention in the Process Industries. Frank P. Less, second edition.

Con el objetivo de evaluar el riesgo de presentarse incidentes en la Terminal de Descarga, las técnicas de identificación de riesgos a emplearse estarán en función de la instalación y del tipo y complejidad del proceso.

Las metodologías para utilizar se sustentan con lo establecido en la guía de la ASEA, la cual considera la aplicación de las metodologías listadas en la tabla 26 de la misma guía, en la **Tabla 2** se muestra lo aquí mencionado para la selección de las metodologías.

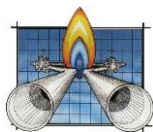


Tabla 2. Metodologías de Análisis de Riesgo Cualitativo.

Tipo	Nombre
Análisis de Riesgo Cualitativo	¿Qué pasa sí?
	Lista de verificación / ¿Qué pasa sí?
	Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP)
	Método Muhlbauer
	Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA)
	Análisis de Modos de Falla y Efecto y Criticidad (FMEAC)
	Análisis de Confiabilidad Humana (ACH)

De lo anterior, se determinó la aplicación de la metodología HazOp, con el fin de emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a las instalaciones y medio ambiente.

Análisis Cualitativo de Riesgo.

A. HAZOP

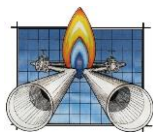
El HazOp fue seleccionado porque es un método completo y por lo regular se utiliza en sistemas de proceso de la industria energética para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación.

El Estudio de HazOp se basa en analizar, en forma metódica y sistemática, el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones de riesgo.

Para la realización del análisis de riesgo, se seleccionó la metodología HAZOP por ser la más recomendable para instalaciones, en donde se identifican las desviaciones a las condiciones normales de diseño, así mismo es ampliamente usada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en etapas de diseño y operación.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente análisis de riesgos, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos que analiza las variables operacionales de sistemas de tuberías y equipos de proceso, para determinar las posibles desviaciones en la operación de los mismos, mediante la designación de Nodos y la aplicación de palabras guía. Es importante resaltar que con este método se analizan las desviaciones propias que pueden presentarse con la operación, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación de la misma.
2. En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Gravedad, con lo que, en base a lo establecido en la matriz de riesgos seleccionada, se determina el Nivel de riesgo de cada desviación analizada. Durante la asignación de ponderaciones, se consideraron las capas de protección existentes en la instalación.



3. Se identificarán las desviaciones (escenarios) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, a Juicio de los Expertos, se descartaron aquellos escenarios que no repercuten en fugas o derrames de combustibles con efecto directo al personal, instalaciones y medio ambiente, y como tal no representan un riesgo significativo.
4. Una vez identificadas las desviaciones (escenarios) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se propusieron los escenarios de riesgo para realizar el análisis detallado de frecuencias y análisis de consecuencias.

La información necesaria para la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos de la Terminal de Descarga, se obtuvo de los DTI's y DFP's elaborados por el promovente.

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Selección de nodos.

El proceso se analiza seccionándolo en partes discretas o nodos. Un nodo es generalmente una línea o un recipiente o un procedimiento. Los nodos deben tener una identidad funcional propia, donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (flujo, presión, temperatura, entre otros). Así mismo, deben ser bastante pequeños para ser manejables, y a la vez lo bastante grandes para reducir la duplicación y hacer buen uso del tiempo.

2. Registre la intención, los parámetros de diseño y las condiciones de proceso. Es decir, parámetros de diseño del equipo, condiciones de operación normales y máximas. Esto incluye típicamente la temperatura, la presión, la composición, el nivel, el flujo, etc.

3. Repase con el equipo la matriz de desviación preparada previamente para este nodo y agregue otras desviaciones si es necesario.

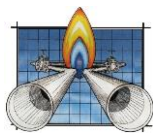
4. Identificar las causas o las razones por las que las desviaciones pueden ocurrir. Las causas deben ser locales en el origen, es decir, originan en el nodo bajo evaluación. Con el nodo de la alimentación o de la fuente, considere causas en aguas arriba. Donde no haya causas identificadas escribir "ninguna causa".

El estudio del HAZOP sólo considera eventos causales únicos (errores o fallas). Escenarios que requieran de analizar dos fallas separadas, dos errores de operador o una falla más un error son considerados "doble falla" y no son considerados normalmente durante un estudio de HAZOP.

Los drenes y válvulas que están normalmente cerradas, y con tapones o bridas ciegas, no son considerados fuentes de fugas. Similarmente, medidores reemplazables localizados en las tuberías con válvulas de raíz no son consideradas fuentes de fuga, si el procedimiento estándar requiere verificar que la válvula esté cerrada y el sistema al cual está conectado ya sea que este despresurizado o bien que no surja ningún riesgo debido a una fuga, o la apertura de dos válvulas en serie simultáneamente no es considerada una causa creíble para la fuga o mezcla de fluidos, etc.

La Causa deberá estar en el Nodo en cuestión.

5. Identifique las consecuencias o los resultados de las desviaciones asumiendo que los controles básicos de proceso fallan y las salvaguardas no existen. Considere las consecuencias fuera del nodo así como en el interior. Si no hay consecuencias de que preocuparse, escribir "ninguna consecuencia de preocupación".



Las Consecuencias podrán ser identificadas dentro del nodo o en todo el universo de la planta.

6. Asigne una categoría a la gravedad de las consecuencias identificadas.

7. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia de la desviación y de la consecuencia analizada, considerando esta vez los sistemas de control y/o capas de protección válidas, así como cualquier otro modificador de frecuencia que aplique.

8. Identifique las capas adicionales de protección requeridas para reducir el riesgo a un nivel aceptable. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las capas propuestas debe ser mejorada o capas adicionales deben ser agregadas según sea necesario.

9. Identifique las recomendaciones y asigne las responsabilidades. Donde esté clara una solución específica, deberá ser registrada como tal. Los equipos a menudo se detienen a intentar conseguir una recomendación. Es absolutamente apropiado que la recomendación sea investigar las medidas de protección apropiadas. Es también bueno redactar las recomendaciones que permitan una cierta flexibilidad, por ejemplo, diciendo: considerar tales y tal opción. La recomendación se debe escribir con bastante detalle para poder entender el intento sin el resto de la hoja de trabajo delante del lector

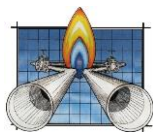
IV.1.4. Jerarquización de Escenarios de Riesgo.

Normalmente determinar el riesgo (probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado por sus consecuencias) resulta ser un proceso, largo, caro y no simple. Para la jerarquización se utilizan, generalmente las matrices de riesgos o métodos de magnitud de riesgo las cuales se fundamentan en determinar valores, magnitudes o grados de riesgos como resultado de multiplicar la frecuencia de ocurrencia del evento indeseado por la magnitud de sus consecuencias.

Para este ARSH se realiza la jerarquización mediante la matriz de riesgo propuesta por el estándar / norma **MIL-STD-882E**, emitido por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (Department Of Defense) en mayo de 2012. A continuación, se presentan las tablas para la ponderación de probabilidad y de gravedad respectivamente.

La determinación del riesgo se hizo como se indica a continuación:

- La puntuación de gravedad se asigna a cada variación del proceso en función de la **Tabla 3**. La puntuación se asigna asumiendo que no hay salvaguardas establecidas, a fin de estimar los máximos daños posibles.
 - Se pondera la consecuencia para los siguientes receptores: Salud del Personal o Población, pérdidas económicas a las Instalaciones o Producción y daños al Medio Ambiente.
 - De las puntuaciones obtenidas para los receptores, se selecciona el de menor valor numérico (peores consecuencias) y es el que se utiliza para calificar la Gravedad.
- Considerando los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras) existentes en el sistema, se asigna el valor de probabilidad para cada desviación del proceso según los criterios de la **Tabla 4**.



Los riesgos evaluados se expresan como un Código de Evaluación de Riesgos (RAC) o una Categoría de Riesgo (CR), que es una combinación de una categoría de gravedad y un nivel de probabilidad. La **Tabla 6**, asigna un nivel de riesgo de Alto, Serio, Medio o Bajo para cada RAC o CR.

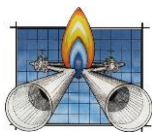
- La puntuación de gravedad y probabilidad se combinan para determinar la clasificación o categoría de riesgo, según lo expresado en la Matriz de Evaluación de Riesgos presentada en la **Tabla 5**.

Tabla 3. Categorías de consecuencias sugeridas. (MIL-STD-882E, 2012).

Valor	Categoría	Personas / Población	Instalación / Producción	Medio Ambiente
1	Catastrófico	Puede resultar en muerte o incapacidad total permanente.	Pérdida del sistema o proceso. Pérdida monetaria igual o superior a \$ 10 millones.	Irreversible impacto ambiental severo o significativo, que viola la ley o regulación.
2	Crítico	Puede resultar en discapacidad parcial, lesiones severas o enfermedad laboral que termine en la hospitalización de al menos tres personas.	Daño mayor a la propiedad o al sistema. Pérdida monetaria igual o superior a \$ 1 millón pero inferior a \$ 10 millones.	Reversible impacto ambiental significativo que viola la ley o regulación
3	Marginal o ligero	Puede resultar en herida o enfermedad laboral resultando en uno o más días de trabajo perdidos.	Daño menor a la propiedad o al sistema. Pérdida monetaria igual o superior a \$ 100 mil pero inferior a \$ 1 millón.	Reversible Impacto ambiental mitigable o moderado sin violación de la ley o regulación, donde actividades de restauración son suficientes.
4	Insignificante	Puede resultar en herida o enfermedad sin causar la pérdida de un día de trabajo.	Daño mínimo a la propiedad o al sistema, puede resultar en mantenimientos o reparaciones fuera de lo programado. Pérdida monetaria inferior a \$ 100 mil.	Impacto ambiental mínimo sin violación de la ley o norma.

Tabla 4. Niveles de probabilidad/frecuencia de accidente sugeridos. (MIL-STD-882E, 2012).

Valor	Categoría	Definición	Expresión Cuantitativa	Calificación cualitativa
1	Frecuente	Probable que ocurra a menudo en la vida del elemento o proceso	Probabilidad mayor o igual que 10^{-1}	Se experimenta continuamente
2	Probable	Ocurrirá varias veces en la vida del elemento o proceso	Probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-1} pero mayor que	Ocurrirá frecuentemente



Valor	Categoría	Definición	Expresión Cuantitativa	Calificación cualitativa
			10^{-2} .	
3	Ocasional	Probable de que ocurra alguna vez en la vida del elemento o proceso	Probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-2} pero mayor o igual que 10^{-3}	Ocurrirá varias veces
4	Remoto	Poco probable pero es posible que ocurra en la vida del elemento o proceso	Probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-3} pero mayor que 10^{-6} .	Es poco probable, pero es razonable esperar que ocurra
5	Improbable	Improbable, puede ocurrir, o no tener experiencia en la vida del elemento o proceso.	Probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-6}	Improbable que ocurra, pero posible.

Tabla 5. Matriz de Evaluación de Riesgos. (MIL-STD-882E, 2012).

Probabilidad	Gravedad			
	1. Catastrófica	2. Critico	3. Marginal	4. Insignificante
1. Frecuente	Alto (A1)	Alto (A3)	Serio (B7)	Medio (C13)
2. Probable	Alto (A2)	Alto (A5)	Serio (B9)	Medio (C16)
3. Ocasional	Alto (A4)	Serio (B6)	Medio (C11)	Bajo (D18)
4. Remoto	Serio (B8)	Medio (C10)	Medio (C14)	Bajo (D19)
5. Improbable	Medio (C12)	Medio (C15)	Medio (C17)	Bajo (D20)



A Riesgo Inaceptable

B Riesgo Indeseable



C Aceptable con revisión

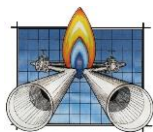
D Aceptable sin revisión

Tabla 6. Categorías de Riesgos. (MIL-STD-882E, 2012).

Valor de la evaluación	Categoría del riesgo
1 – 5	Alto
6 – 9	Serio
10 – 17	Medio
18 – 20	Bajo

Fuente: MIL-STD-882E. 2012. Standard Practice For System Safety.
Normalizado por Department of Defense of the United States of America.

Fuente: Dinámica Heurística S.A. de C.V., SCRI HAZOP.



Análisis de Riesgos y Operabilidad de los Procesos Versión 2.5, Febrero 2015.

De acuerdo con ASEA, los escenarios o desviaciones de mayor riesgo se categorizan en las zonas de riesgo no tolerable y/o ALARP. Haciendo una equivalencia con ASEA, estas desviaciones corresponderán a las zonas de riesgo Inaceptable (Alto, A) y riesgo Indeseable (Serio, B) respectivamente.

Después de la clasificación del riesgo, los escenarios de riesgo ubicados en la zona “no tolerable” (Alto) se deberán considerar para establecer los objetivos de seguridad y salud ocupacional, así como la implementación de medidas de protección adicionales a las instalaciones, de igual manera, se deberá considerar las acciones requeridas de supervisión para asegurar la efectividad y oportunidad.

IV.1.5. Aplicación de la metodología de Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgo.

Nodos Seleccionados para el Desarrollo del Análisis de Riesgo de Operabilidad “HAZOP”.

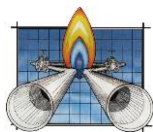
Para facilitar el análisis de riesgos y la aplicación de la técnica HAZOP, se analizaron 4 nodos con apego a los Diagramas de Tubería e Instrumentación, así como de los Diagramas de Flujo de Proceso.

La delimitación de los nodos de estudio se definió en común acuerdo y conforme a la experiencia de los integrantes del equipo evaluador de análisis de riesgo, así como con base a las etapas del proceso del sistema de GNC, considerando sus características propias, en estos nodos, se reúnen los equipos y/o sistemas que cumplen funciones específicas, como el sistema de recepción del Gas Natural Comprimido, la descarga, descompresión del gas y la medición del mismo, cumpliendo además, con las premisas de que un nodo debe de tener una identidad funcional propia; lo anterior, se puede observar en la **Tabla 7**, donde cada uno de los nodos definidos, cuentan con variables específicas que los describen, por lo que se facilita el análisis de cada desviación. Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's) se muestran en el **Anexo 5**.

Tabla 7. Nodos Seleccionados.

Nodo	Descripción	Documentos de Referencia
1	Descarga de Gas Natural Comprimido	DFP: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DFG-21_01 DTI: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DTI-21_01
2	Sistema de Descompresión (PRM/PRS)	DFP: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DFG-21_01 DTI: 702401_D
3	Sistema de calentamiento (HCM)	DFP: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DFG-21_01 DTI: 702401_D
4	Estación de Medición (EM) de Gas Natural	DFP: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DFG-21_01 DTI: GNC-NUL-SAV-HIS-TD-ASEA-DTI-AM-21_01

Ver en el **Anexo 7. Análisis HAZOP**, el desarrollo de cada uno de las Hojas de trabajo HAZOP realizadas para cada Nodo, así como las fronteras establecidas para estos.



El equipo de trabajo se conformó por especialistas de las áreas de ingeniería de proceso, y mantenimiento, seguridad y protección ambiental. Las hojas de trabajo del análisis HazOp se presentan en el **Anexo 7**.

IV.1.6. Resultados de la Jerarquización de Escenarios de Riesgo.

A continuación, se incluyen los resultados de la jerarquización de los escenarios (desviaciones) encontrados en el análisis cualitativo desarrollado:



Tabla 8. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
1	2.13	Falla en los sellos mecánicos del sistema de descompresión	Serio (B6)	2	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
2	2.17	Falla del intercambiador de calor (HEX-301 / 302 / 303) del equipo de descompresión.	Serio (B6)	2	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
3	4.4	Desgaste de sellos de válvulas manuales	Serio (B6)	2	3	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
4	1.3	Rotura de las mangueras por movimiento del contenedor móvil (camión)	Serio (B8)	1	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
5	1.2	Desconexión (conectores) de las líneas (manguera flexible) del panel de decantación	Medio (C10)	2	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
6	2.4	Válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) semi-cerrada debido a falla de control o instrumentación	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
7	2.7	Válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) semi-cerrada debido a falla de control o instrumentación	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
8	2.10	Línea o manguera rota, corriente arriba	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
9	2.14	Descontrol aguas arriba	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
10	2.15	Falsa señal del transmisor de presión (PT 301 / 302 / 303 / 304) dentro del equipo	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
11	2.18	Condiciones ambientales extremas	Medio (C10)	2	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
12	3.4	Tubería del intercambiador de calor, obstruida	Medio (C10)	2	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
13	3.5	Tubería del intercambiador de calor, obstruida	Medio (C10)	2	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
14	3.7	Operador fija la temperatura demasiado alta en el intercambiador de calor	Medio (C10)	2	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
15	3.9	Línea de suministro de agua obstruida o bloqueada	Medio (C10)	2	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
16	4.5	Fisura en línea de conducción de gas natural por golpe de terceras partes durante el mantenimiento	Medio (C10)	2	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
17	4.7	Descontrol corriente arriba	Medio (C10)	2	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
18	2.6	Válvula manual (HV-301 / 307) parcialmente cerrada por operaciones incorrectas	Medio (C11)	3	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
19	2.20	Falla o interrupción del suministro de energía	Medio (C11)	3	3	2	Terminal de Descarga	Gas Natural



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
		eléctrica.					HISENSE	
20	2.22	Saturación del filtro (CF-301) debido a alto contenido de líquidos / sólidos en la corriente de gas	Medio (C11)	3	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
21	1.6	Válvula de alivio del contenedor móvil, abierta por falla	Medio (C14)	3	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
22	1.8	Deficiencias en las uniones y/o material fuera de especificaciones	Medio (C14)	3	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
23	1.9	Válvula chek (CV-100 / 110), cerrada por falla	Medio (C14)	3	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
24	1.11	Exposición a radiación de calor externo a la instalación (incendio aledaño)	Medio (C14)	3	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
25	1.12	Material de las líneas o mangueras defectuoso (fuera de especificaciones).	Medio (C14)	3	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
26	2.8	Filtro (CF-301) parcialmente obstruido	Medio (C14)	3	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
27	2.9	Línea o manguera rota, corriente arriba	Medio (C14)	3	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
28	2.11	Cierre de la válvula bola con actuador neumático (ABV-301) por falsa señal del Panel de Control.	Medio (C14)	3	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
29	2.12	Bloqueo u obstrucción de	Medio (C14)	3	4	2	Terminal de	Gas Natural



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
		la línea corriente arriba					Descarga HISENSE	
30	2.16	Falla del intercambiador de calor (HEX-301 / 302 / 303) del equipo de descompresión.	Medio (C14)	3	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
31	3.1	Daño en el aislamiento de la línea	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
32	3.2	Falla del intercambiador de calor (HEX 301 / 302 / 302) del equipo	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
33	3.3	Falla del intercambiador de calor (HEX 301 / 302 / 302) del equipo	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
34	3.6	Operador fija la temperatura demasiado alta en el intercambiador de calor	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
35	3.8	Falla del transmisor de temperatura	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
36	3.10	Línea de suministro de glicol parcialmente obstruida o bloqueada	Medio (C14)	3	4	3	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
37	4.2	Válvula de esfera (HVB-001-4"-150), cerrada por operaciones incorrectas	Medio (C14)	3	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
38	4.6	Descontrol corriente arriba	Medio (C14)	3	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
39	4.8	Falta de recubrimiento anticorrosivo	Medio (C14)	3	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
40	2.19	Exposición a radiación de calor externo a la instalación (incendio aledaño)	Medio (C15)	2	5	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
41	2.21	Descargas de energía estática (presencia de corrientes parásitas)	Medio (C15)	2	5	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
42	1.1	Tanque de suministro de GNC vacío (aguas arriba)	Medio (C17)	3	5	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
43	1.10	Condiciones ambientales extremas	Medio (C17)	3	5	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
44	2.1	Válvula manual (HV-301 / 307) cerrada por operaciones incorrectas	Bajo (D18)	4	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
45	2.2	Paro no programado del equipo de descompresión	Bajo (D18)	4	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
46	2.3	Línea de entrada al sistema de descompresión obstruida o bloqueada	Bajo (D18)	4	3	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
47	1.4	Válvula bola de corte (BV-100/110) cerrada por operaciones incorrectas	Bajo (D19)	4	4	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
48	2.5	Línea de entrada al sistema de descompresión parcialmente obstruida o bloqueada	Bajo (D19)	4	4	2	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
49	4.1	Sin alimentación de gas natural corriente arriba	Bajo (D19)	4	4	4	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
50	4.3	Válvula de esfera (HVB-001-4"-150), semi-cerrada	Bajo (D19)	4	4	4	Terminal de Descarga	Gas Natural



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo	Consecuencia	Frecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
		por operaciones incorrectas					HISENSE	
51	1.5	Válvula bola de corte (BV-100 / 110) semi-cerrada debido a falla mecánica	Bajo (D20)	4	5	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural
52	1.7	Bloqueo u obstrucción de alguna manguera	Bajo (D20)	4	5	1	Terminal de Descarga HISENSE	Gas Natural



De acuerdo a los resultados de las Hojas de Trabajo HAZOP, se obtuvieron 52 desviaciones (escenarios) con niveles Bajo, Medio y Serio, repartidos de la siguiente manera; 9 con categoría de riesgo “Bajo”, 39 con categoría “Medio” y 4 de riesgo “Serio”. De acuerdo a lo anterior, el 92% de los riesgos encontrados se categorizan en la zona de riesgo “Tolerable”, el 8% en la zona ALARP, y ninguna desviación en la zona de riesgo “No Tolerable”.

Cabe señalar que durante la jerarquización de riesgos, para la ponderación de las frecuencias, se consideraron los controles y medidas de reducción de riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), mientras que para la ponderación de las consecuencias, no se consideraron estos controles y medidas de reducción de riesgos, específicas para mitigar las consecuencias de los escenarios de riesgo identificados, a fin de estimar los máximos daños posibles, lo anterior, en observancia de la guía para la elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos.

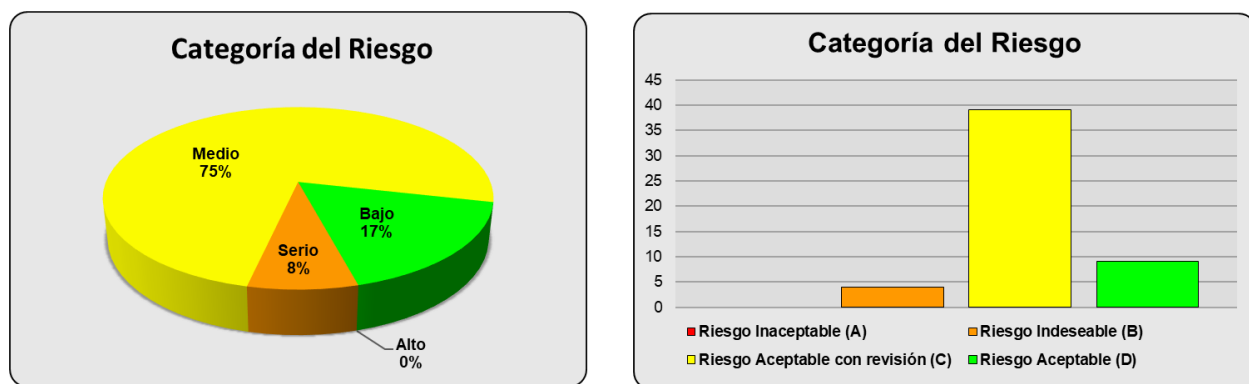


Figura 1. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios.

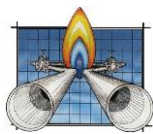
Es importante señalar que el sistema de calentamiento (HCM), al ser un equipo auxiliar del sistema de descompresión y además de que maneja una mezcla agua / glicol, no se puede considerar de alto riesgo, sin embargo, las fallas de este, pueden llegar a repercutir significativamente en el óptimo funcionamiento del equipo de descompresión y representar un riesgo considerable. **Ver Desviaciones del Nodo 3 y Anexo 7. Análisis HAZOP.**

IV.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo.

Una vez concluido el análisis cualitativo de riesgo en los numerales anteriores, se han encontrado 4 escenarios de riesgo ubicados en la región Tipo “B - Serio” definidos como ALARP, mientras que no se identificaron tipo “A - Alto” definidos como No tolerables. Estos escenarios de riesgo, se considerarán para un análisis cuantitativo de riesgo, el cual se compone de la evaluación detallada de frecuencias y de la evaluación detallada de consecuencias.

IV.2.1. Análisis Detallado de Frecuencias.

Para desarrollar el análisis detallado de frecuencias se aplicará la metodología de Árbol de Fallas, esto debido a que la metodología nos proporciona por un lado, la frecuencia de ocurrencia de la falla y por otro lado, nos permite conocer cuáles son los elementos relacionados y que contribuyen a que la falla se presente.



A continuación se enlistan los escenarios seleccionados para el análisis de frecuencias.

Tabla 9. Escenarios seleccionados para el análisis de frecuencias.

Nodo / Desviación	Descripción del Escenario		Frecuencia
1 / 1.3	Sin flujo	Fuga de Gas Natural en una de las mangueras de descarga, a causa de la rotura de la misma debido al movimiento inesperado del camión durante la descarga de GNC.	4
2 / 2.13	Baja presión	Fuga de Gas Natural en el equipo de descompresión, a causa de la falla de los sellos mecánicos del equipo.	3
2 / 2.17	Alta temperatura	Fuga de Gas Natural en la válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303), debido al aumento de temperatura por falla en el sistema de calentamiento.	3
4 / 4.4	Bajo flujo	Fuga de Gas Natural por desgaste de sellos en válvula manual	3

B. ÁRBOL DE FALLAS.

El árbol de fallas es una herramienta empleada para el análisis de probabilidades de ocurrencia de algún evento y de las posibles interrelaciones entre los eventos. Se trata de un proceso deductivo que permite determinar cómo puede tener lugar un suceso en particular, apoyado en la cuantificación de los riesgos involucrados.

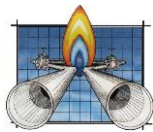
El árbol de fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean éstos, fallas humanas o de equipos del proceso y sucesos externos, principalmente. El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar un suceso culminante que ocupa la cúspide del árbol.

De manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "Evento Top", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas (OR y AND)".

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

Puede ser un complemento de otras técnicas de análisis de riesgos, como ya se mencionó, para analizar un evento con alto grado de riesgo encontrados con otras técnicas como el HAZOP.

El Análisis de Árbol de Fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean estas fallas humanas, de equipos de planta o sucesos externos, etc.



El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar el suceso culminante que ocupa la cúspide de Árbol de Fallas. Para la representación lógica se utiliza la simbología que se muestra en la **Tabla 10**.

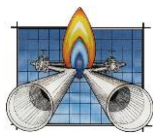
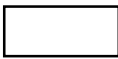
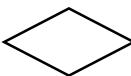
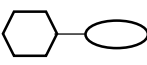


Tabla 10. Simbología Utilizada por el Análisis de Árbol de Fallas.

Símbolo	Aplicación
	Sucesos intermedios: Resultan de la interacción de otro suceso, que a su vez se desarrolla mediante puertas lógicas.
	Sucesos Básicos: Constituyen la base de la raíz del árbol. No necesitan desarrollo posterior en otros sucesos.
	Sucesos no desarrollados: No son sucesos básicos y podrían desarrollarse más, pero el desarrollo no se considera necesario o no se dispone de la suficiente información
	Puerta "O" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de uno o más sucesos de entrada para producir el proceso de salida.
	Puerta "Y" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de todos los signos de entrada para producir el proceso de salida
	Puerta inhibición: Representa la operación lógica que requiere la ocurrencia del suceso de entrada y la satisfacción de una condición de inhibición
	Condición externa: Se utiliza para indicar la condición o un suceso que existe como parte del escenario en que se desarrolló el árbol de fallas.
	Transferencia: Se utilizan para continuar el desarrollo del árbol de fallas en otra parte (por ejemplo, en otra página por falta de espacio).

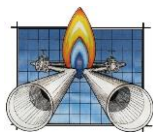
La metodología empleada consiste en representar cada interrelación con un símbolo del álgebra de Boole.

Si para la ocurrencia de un evento se requiere que dos o más condiciones se cumplan simultáneamente, se utiliza el símbolo "AND" y si para la ocurrencia sólo se requiere que una de dos o más condiciones se cumpla, se usa la compuerta "OR". Multiplicando y/o sumando todas las probabilidades de los eventos contribuyentes unidos mediante una misma compuerta "AND" o "OR", se obtiene la probabilidad del evento del siguiente nivel jerárquico.

En este caso de analizar los modos y efectos de fallas en la Terminal se utilizan modelos de fallas de componentes y se analizan sus efectos potenciales a partir de parámetros disponibles en información bibliográfica especializada, para cada tipo de fallas.

El árbol de fallas es un diagrama lógico que muestra las interrelaciones entre el evento no deseado en un sistema (efecto) y las razones para el evento (causas). Las razones pueden ser condiciones ambientales o eventos normales que se espera que ocurran en la vida del sistema y fallas de componentes específicos. Así, un árbol de fallas construido coherentemente muestra las diferentes combinaciones de fallas y otros eventos los cuales pueden guiar a un evento no deseado.

Para la determinación del valor de probabilidad en los sistemas que conforman la Terminal, se recurrió a un árbol de falla, que contenga los elementos de mayor ponderación al riesgo, determinados en el análisis HazOp.



Mediante la asignación de probabilidades de cada evento que pueda tener participación en el riesgo, la probabilidad de su ocurrencia puede ser calculada. Una vez procesados los datos se obtiene la probabilidad de ocurrencia de un evento final. Las probabilidades pueden ser clasificadas de varias formas, como se muestran en la **Tabla 11**:

Tabla 11. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas.

Orden de magnitud	Cuantitativo	Expresión intuitiva: Duración fallo / Tiempo total	Calificación (Cualitativa)
10^{-1}	0.1	1 mes / año	Muy probable
10^{-2}	0.01	4 días / años	Probable
10^{-3}	0.001	1 turno / año	Medianamente probable
10^{-4}	0.0001	2 turno / 5 años	Improbable
10^{-5}	0.00001	1 hora / 10 años	Remotamente probable
10^{-6}	0.000001	1 hora / 100 años	Muy improbable

Fuente: Health and Safety Briefing No 26a Sept. 2004.
The Institution of Electrical Engineers.

Se realizó el árbol de fallas para accidentes a causa del mantenimiento, corrosión, sobrepresión, entre otros y se obtuvo la información de las probabilidades de falla de los componentes involucrados en los posibles escenarios, y de esta manera, se pueden dar las asignaciones de probabilidad de ocurrencia a cada falla que participe en distintos eventos. En las **Figuras 2, 3 y 4** se plasman los árboles de falla para las desviaciones que ocasionan una Fuga de Gas Natural y en la **Figura 5**, se integra el árbol de falla para el riesgo de incendio y/o explosión.

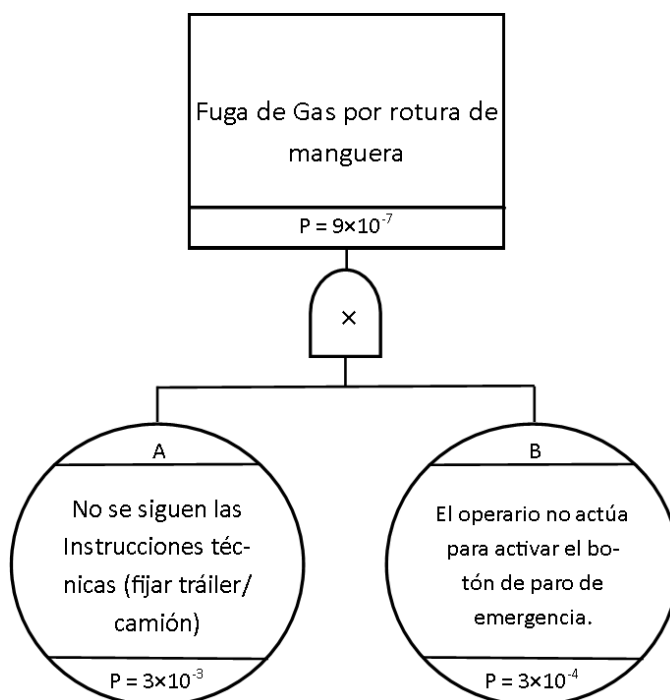


Figura 2. Árbol de Fallas del escenario 1.3 del Nodo 1. Rotura de manguera de descarga por movimiento del camión durante la descarga de GNC.

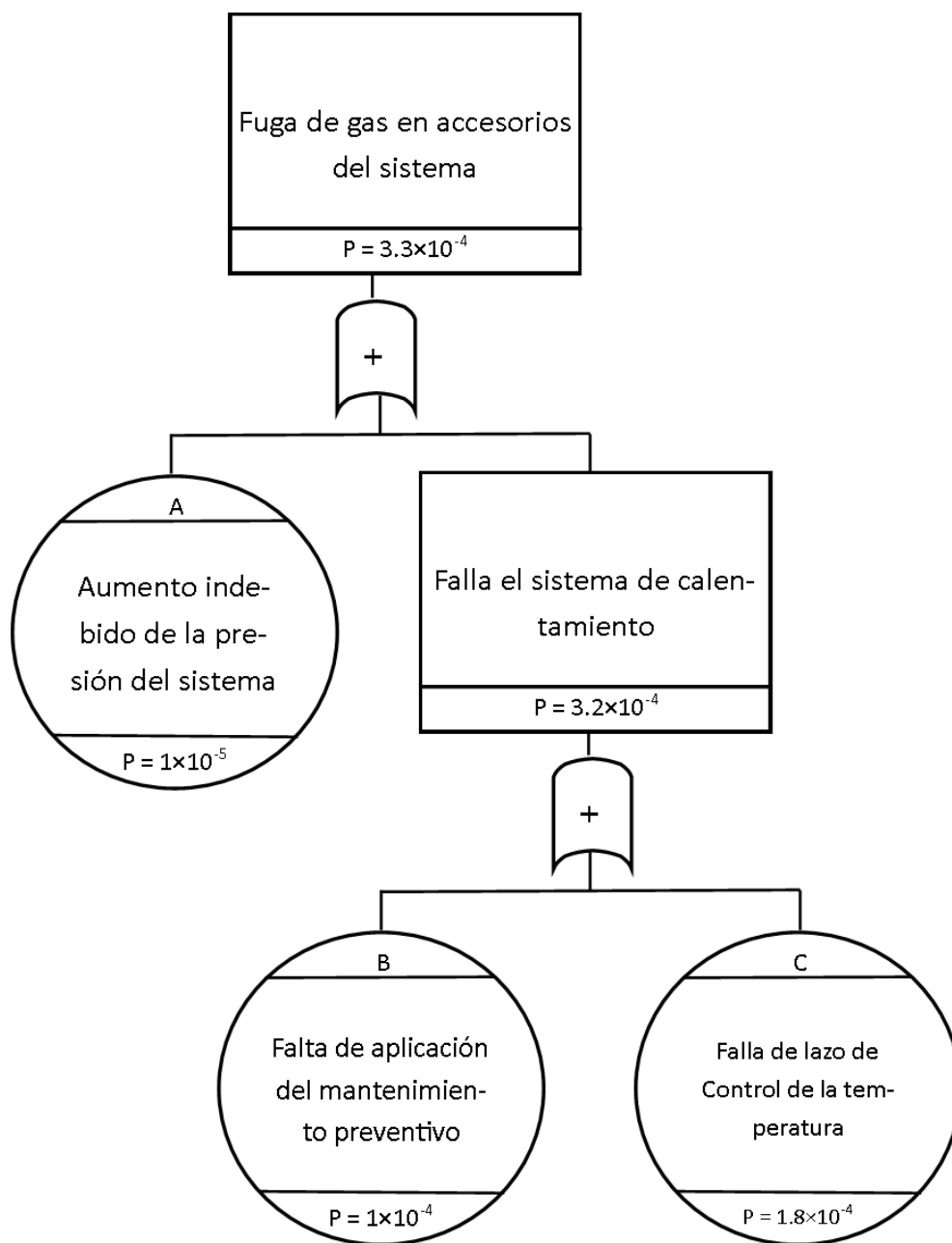
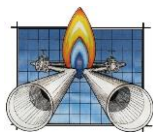


Figura 3. Árbol de Fallas del escenario 2.17 del Nodo 2. Fuga en válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) por falla en el sistema de calentamiento.

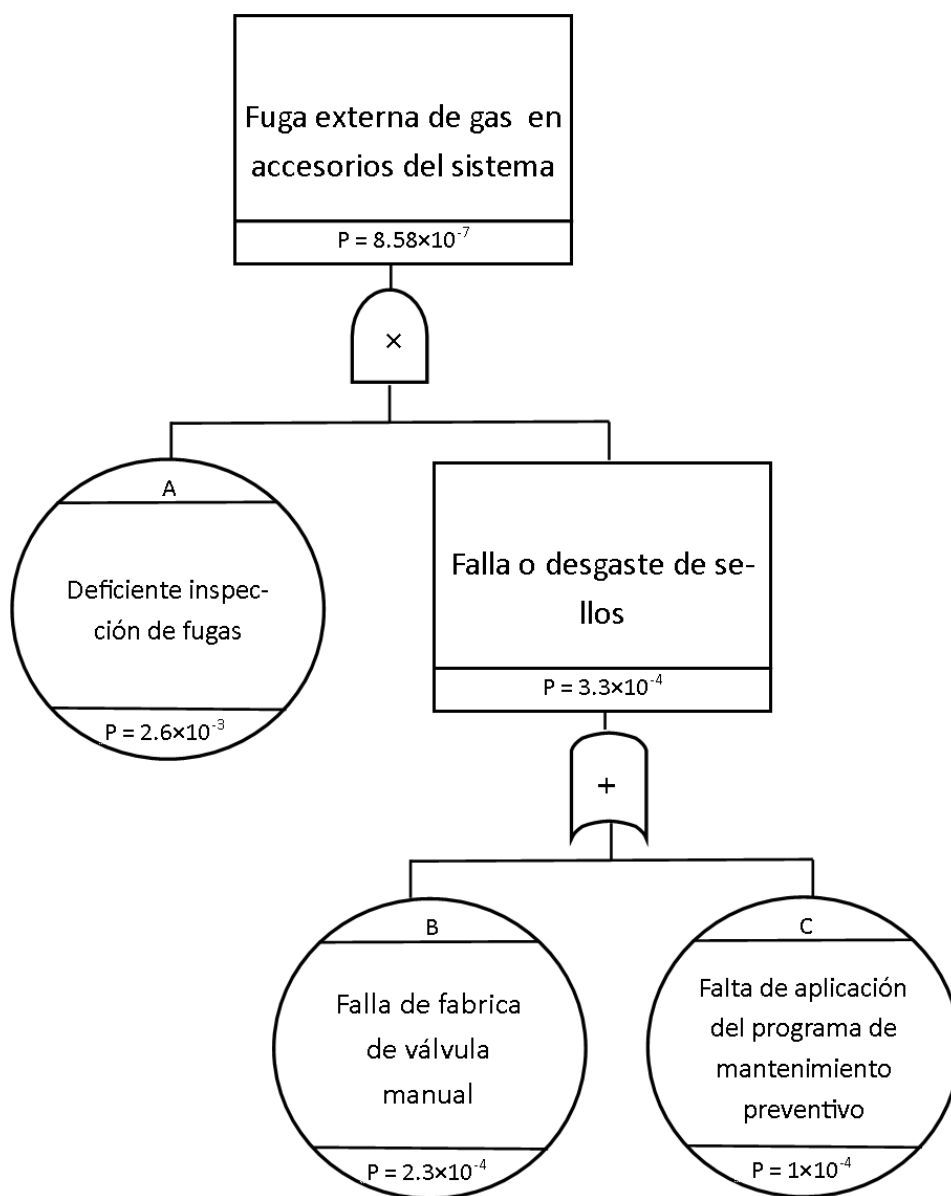
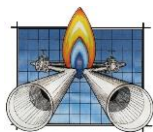


Figura 4. Árbol de Fallas del escenario 4.4 del Nodo 4. Fuga de Gas por desgaste de sellos en válvula manual.



Referencias

Storch de Gracias, J (2008) "Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas"

Haasl, David F. (1981) "Fault tree handbook"

U.S. Nuclear Regulatory Commission (1975) "Reactor Safety Study (WASH 1400)"

HSE (2012) "Failure rate data for use within risk assessments"

Lees, Frank. (2004). "Loss Prevention in the Process Industries". 3rd Edition., Hazard Identification, Assessment and Control.

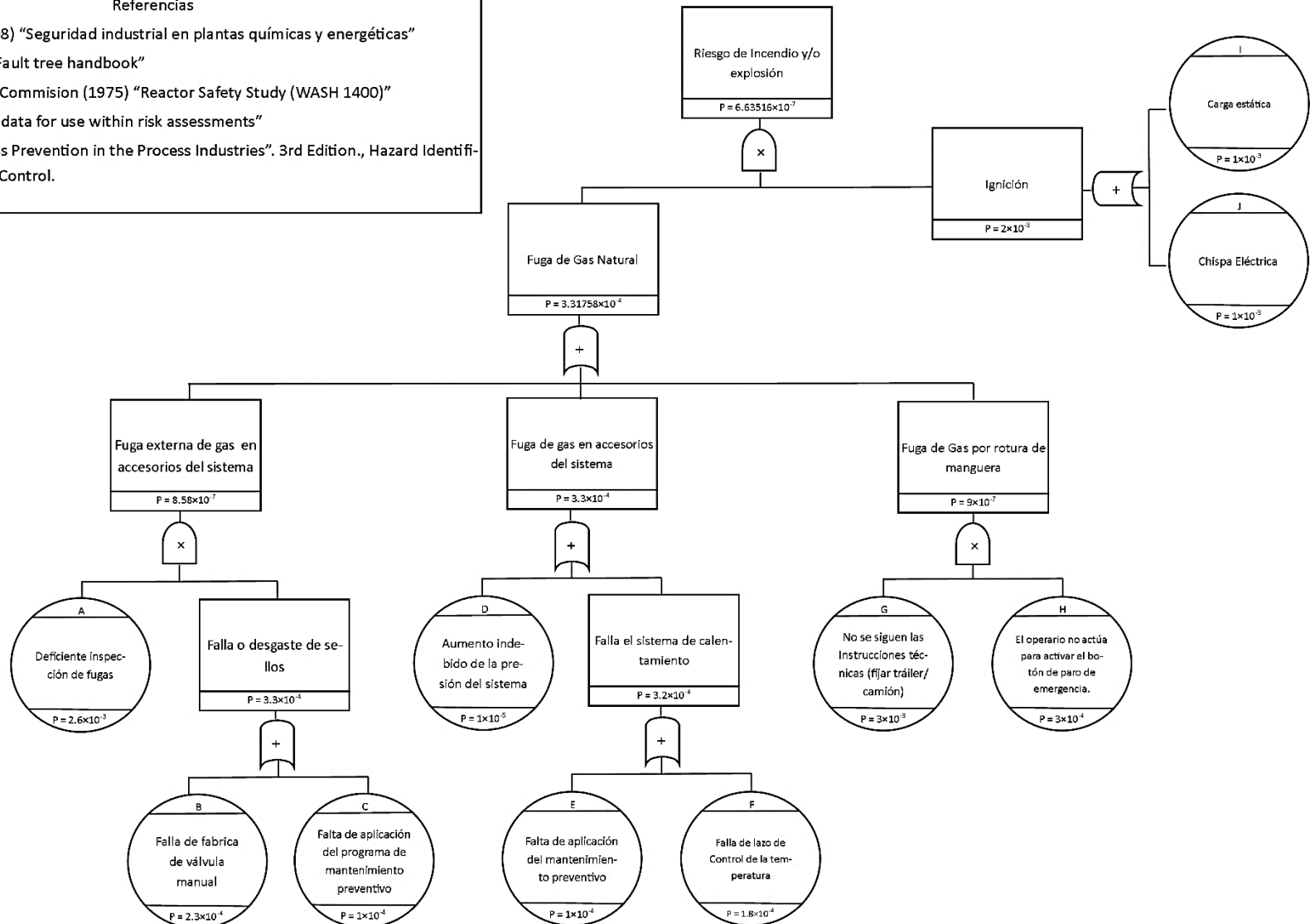
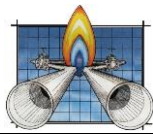


Figura 5. Árbol de Fallas. Riesgo de Incendio y/o explosión por la fuga de gas Natural.

Ver Anexo 8. Árbol de Falla



Storch de Gracias, J (2008) “Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas”

Haasl, David .F. (1981) “Fault tree handbook”

U.S. Nuclear Regulatory Commision (1975) “Reactor Safety Study (WASH 1400)”

HSE (2012) “Failure rate data for use within risk assessments”

Lees, Frank. (2004). “Loss Prevention in the Process Industries”.
3rd Edition., Hazard Identifi-cation, Assessment and Control.

IV.2.2. Análisis Detallado de Consecuencias.

Una vez desarrollados los numerales anteriores y seleccionados los escenarios de riesgo, se realiza la elaboración del análisis de consecuencias, estos escenarios serán presentados de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4.2.2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA. Ver Catalogo de escenarios en **Tabla 12**.

A continuación, se mencionan las consideraciones generales para el programa de simulación matemática:

- Las composiciones de los combustibles se especifican en las hojas de datos de seguridad (HDS).
- El tiempo de duración de la fuga está concebido como el tiempo de cierre de los sistemas de bloqueo en la instalación para atención del evento. Dentro de los sistemas se tiene un sistema de cierre automático. El sistema automático corresponde al sistema de paro de emergencia, mandando a cierre las válvulas de corte o aislamiento de las áreas.
- Las condiciones meteorológicas serán bajo el siguiente criterio:
 - Estabilidad pasquil: 4.9 / F
 - Temperatura máxima ambiental: 20.40°C
 - Humedad relativa: 64.61 %
 - Velocidad máxima del Viento 4.9 m/s
 - Dirección del viento: SO - NE
 - Las condiciones ambientales y meteorológicas permanecen constantes durante el tiempo del evento.
- El flujo para cada escenario simulado es el equivalente de la capacidad de cada componente o elemento del proyecto.
- Las condiciones de operación fueron establecidas de acuerdo con la FOP y DFP.



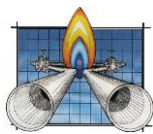
Tabla 12. Escenarios de Riesgo Propuestos.

N o	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Corresponde ncia de Escenario en HAZOP	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas)	Condiciones de Operación			Duración de la fuga (segundos)	Tasa de masa liberada (kg/s)	Inventario (kg)
						Presión (Bar)	Temperatura (°C)	Flujo (Sm³/h)			
1	E1-N01- PC- TD_HIS	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 1.5" Ø) en una de las mangueras de descarga, a causa de la rotura de la misma debido al movimiento inesperado del camión durante la descarga de GNC.	Nodo 1, desviación 1.3	Serio (B8)	1.5"	248.21	-15	2,000	60	6.28128E+00 1 kg/s	3,800.00 kg
2	E2-N02- CMP- TD_HIS	Fuga de Gas Natural en el equipo de descompresión, a causa de la falla de los sellos mecánicos del equipo.	Nodo 2, desviación 2.13	Serio (B6)	0.59"	248.21	25	2,000	60	8.03889E+00 0 kg/s	500.00 kg
3	E3-N02- PC- TD_HIS	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 1.5" Ø) en la válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) localizada en la entrada del sistema reductor de presión (PRM / PRS), debido al aumento de temperatura por falla en el sistema de calentamiento y por ende sobrepresión en la línea de conducción del GNC.	Nodo 2, desviación 2.17	Serio (B6)	1.5"	248.21	25	2,000	60	5.19607E+00 1 kg/s	3,120.00 kg
4	E4-N02- CMP- TD_HIS	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 1.5" Ø) en la válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) localizada en la entrada del sistema reductor de presión (PRS), debido al aumento de temperatura por falla en el sistema de calentamiento y por ende sobrepresión en la línea de conducción del GNC.	Nodo 2, desviación 2.17	Serio (B6)	0.3"	248.21	25	2,000	60	2.07843E+00 0 kg/s	125.00 kg
5	E5-N04- PC-	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en	Nodo 4, desviación	Serio (B6)	4"	7.00	25	2,000	60	9.74158E+00 0 kg/s	600.00 kg



N o	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Corresponde ncia de Escenario en HAZOP	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas)	Condiciones de Operación			Duración de la fuga (segundos)	Tasa de masa liberada (kg/s)	Inventario (kg)
						Presión (Bar)	Temperatura (°C)	Flujo (Sm³/h)			
	TD_HIS	la válvula de esfera (HVB-001-4"-150) a la entrada de la EM, por falta de aplicación del programa de mantenimiento (desgaste de sellos) aunado a la presión ejercida por el gas natural.	4.4								
6	E6-N04- CMP- TD_HIS	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 4" Ø) en la válvula de esfera (HVB-001-4"-150) a la entrada de la EM, por falta de aplicación del programa de mantenimiento (desgaste de sellos) aunado a la presión ejercida por el gas natural.	Nodo 4, desviación 4.4	Serio (B6)	0.8"	7.00	25	2,000	60	3.89663E- 001 kg/s	24.00 kg

Nota 1. Claves de escenarios; **E1** (Número consecutivo del Escenario propuesto). **N01** (Número del nodo evaluado en metodología cualitativa). **PC** (Tipo de caso): **CMP**: Caso Más Probable y/o **PC**: Peor caso (considerando la gravedad de las consecuencias, liberación masiva, rotura total de tubería/ducto y/o recipiente/equipo). **TD_HIS** (Clave asignada al proyecto de la Terminal de Descarga HISENSE).



Derivado de los escenarios seleccionados para las simulaciones, se presentan los datos empleados en cada escenario y los resultados para cada evento de riesgo de acuerdo con el Anexo 2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA, presentando los criterios técnicos para determinar los datos alimentados al simulador, presiones, temperaturas de operación y los diámetros del orificio considerados.

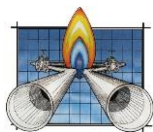
Así mismo, para poder definir los límites de las zonas de riesgo y zonas de seguridad entorno a los escenarios simulados, se utilizan los criterios determinados en la Tabla 31 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA, misma que se muestra a continuación:

Tabla 13. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

	Zona de alto riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ²	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

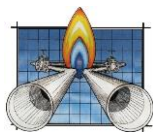
Datos empleados en cada escenario:

I. Datos Generales									
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.			Fecha	06/2021		Software de simulación		PHAST versión 6.7
Proyecto		Terminal de Descarga HISENSE							
II. Datos del escenario									
Clave	E1-N01-PC-TD_HIS				Peor Caso				☒
					Caso más Probable				☐
					Caso Alterno				☐
Descripción	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 1.5" Ø) en una de las mangueras de descarga, a causa de la rotura de la misma debido al movimiento inesperado del camión durante la descarga de GNC.								
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.								
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	☒	Charco de fuego (Pool fire)		☐	Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)		☐	Explosión física de recipiente a presión	
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)	☐	Flamazo de nube de vapor (flash fire)		☐	Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)		☒	Nube tóxica	
III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia		Gas Natural							
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m³)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						
Oxígeno			0.2						
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación									
Tipo de recipiente									
Cilindro		Esfera		Tubería		Otro:	Manguera		
Altura (m)		Diámetro (m)		Longitud (m)		Dimensiones	1.5 pulgada		
Diámetro (m)				Diámetro (m)					



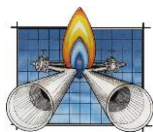
Condiciones de Operación				Estado físico			
Presión:		Temperatura	Flujo	Líquido	Vapor	Líquido / Vapor	
248.21 bar		-15 °C	2,000 Sm³/h				
Tipo de fuga			Características del orificio de fuga		Dirección de la fuga		
Falla catastrófica		Área		Vertical			
Liberación en válvula de alivio		Diámetro	1.5 pulgada	Horizontal			
Orificio en Cuerpo o Tubería		Coef. de pérdida del orificio		Hacia abajo			
Cizalla de Tubería , otro				Golpea contra			
Tipo de liberación		Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)	60 s	
Continua		Elevación (m)		Inventario fugado (kg)	3,800.00 kg		
Masiva		Altura (m)	1 m	Tasa de liberación (kg/s)	6.28128E+001 kg/s		
V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo							
Estabilidad atmosférica				4.9 / F			
Temperatura atmosférica				20.40 °C			
Presión atmosférica				760 mmHg			
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---			
Porcentaje de Humedad Relativa				64.61 %			
Direcciones dominantes y velocidad del viento				4.9 m/s SO - NE			
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---			
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
	Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión		
Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2
Chorro de fuego (Jet fire)	98.45 – 83.26 m	117.80 m	163.61 m	Ignición tardía (explosión)	313.38 – 296.34 m	348.46 m	392.46 m

I. Datos Generales									
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.			Fecha	06/2021	Software de simulación		PHAST versión 6.7	
Proyecto		Terminal de Descarga HISENSE							
II. Datos del escenario									
Clave	E2-N02-CMP-TD_HIS				Peor Caso				
					Caso más Probable				
					Caso Alterno				
Descripción	Fuga de Gas Natural en el equipo de descompresión, a causa de la falla de los sellos mecánicos del equipo.								
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.								
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)		Charco de fuego (Pool fire)		Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)		Explosión física de recipiente a presión			
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)		Flamazo de nube de vapor (flash fire)		Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)		Nube tóxica			
III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia			Gas Natural						
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m3)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						

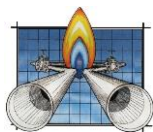


Oxígeno			0.2					
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación								
Tipo de recipiente								
Cilindro		Esfera		Tubería		Otro:	Fuga interna del equipo	
Altura (m)		Diámetro (m)		Longitud (m)		Dimensiones	0.59 pulgadas	
Diámetro (m)				Diámetro (m)				
Condiciones de Operación				Estado físico				
Presión:	Temperatura	Flujo		Líquido	Vapor	Líquido / Vapor		
248.21 bar	25 °C	2,000 Sm³/h						
Tipo de fuga		Características del orificio de fuga			Dirección de la fuga			
Falla catastrófica		Área			Vertical			
Liberación en válvula de alivio		Diámetro			0.59 pulgadas			
Orificio en Cuerpo o Tubería					Hacia abajo			
Cizalla de Tubería , otro					Golpea contra			
Tipo de liberación		Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)		60 s	
Continua		Elevación (m)			Inventario fugado (kg)		500.00 kg	
Masiva		Altura (m)			Tasa de liberación (kg/s)		8.03889E+000 kg/s	
V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo								
Estabilidad atmosférica				4.9 / F				
Temperatura atmosférica				20.40 °C				
Presión atmosférica				760 mmHg				
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---				
Porcentaje de Humedad Relativa				64.61 %				
Direcciones dominantes y velocidad del viento				4.9 m/s SO-NE				
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---				
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2	
Chorro de fuego (Jet fire)	40.45 – 32.80 m	47.90 m	65.67 m	Ignición tardía (explosión)	80.12 – 74.95 m	90.76 m	104.10 m	

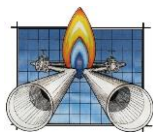
I. Datos Generales							
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.	Fecha	06/2021	Software de simulación	PHAST versión 6.7		
Proyecto	Terminal de Descarga HISENSE						
II. Datos del escenario							
Clave	E3-N02-PC-TD_HIS			Peor Caso			
				Caso más Probable			
				Caso Alternativo			
Descripción	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 1.5" Ø) en la válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) localizada en la entrada del sistema reductor de presión (PRM / PRS), debido al aumento de temperatura por falla en el sistema de calentamiento y por ende sobrepresión en la línea de conducción del GNC.						
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.						
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación							
Dardo de fuego (jet fire)		Charco de fuego (Pool fire)		Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)		Explosión física de recipiente a presión	
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)		Flamazo de nube de vapor (flash fire)		Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)		Nube tóxica	



III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia			Gas Natural						
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m3)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						
Oxígeno			0.2						
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación									
Tipo de recipiente									
Cilindro		Esfera			Tubería		Otro:		Válvula reguladora
Altura (m)		Diámetro (m)			Longitud (m)		Dimensiones		1.5 pulgadas
Diámetro (m)					Diámetro (m)				
Condiciones de Operación					Estado físico				
Presión:	Temperatura		Flujo		Líquido	Vapor		Líquido / Vapor	
248.21 bar	25 °C		2,000 Sm ³ /h			●			
Tipo de fuga			Características del orificio de fuga			Dirección de la fuga			
Falla catastrófica			Área			Vertical			
Liberación en válvula de alivio			Diámetro			1.5 pulgadas			
Orificio en Cuerpo o Tubería			Coef. de pérdida del orificio			Hacia abajo			
Cizalla de Tubería , otro						Golpea contra			
Tipo de liberación			Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)		60 s	
Continua			Elevación (m)			Inventario fugado (kg)		3,120.00 kg	
Masiva			Altura (m)			1 m		Tasa de liberación (kg/s)	
								5.19607E+001 kg/s	
V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo									
Estabilidad atmosférica					4.9 / F				
Temperatura atmosférica					20.40 °C				
Presión atmosférica					760 mmHg				
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)					---				
Porcentaje de Humedad Relativa					64.61 %				
Direcciones dominantes y velocidad del viento					4.9 m/s SO-NE				
Tipo de suelo (rugosidad empleada)					---				
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)									
Clase de evento	Radios por radiación térmica			Clase de evento	Radios por sobrepresión				
	Otro	Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad			
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2		
Chorro de fuego (Jet fire)	93.41 – 73.29m	114.57 m	163.59 m	Ignición tardía (explosión)	202.83 – 201.38 m	205.81 m	241.69 m		
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)	104.09 - 48.43 m	169.54 m	315.21 m						

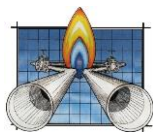


I. Datos Generales									
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.			Fecha	06/2021	Software de simulación	PHAST versión 6.7		
Proyecto	Terminal de Descarga HISENSE								
II. Datos del escenario									
Clave	E4-N02-CMP-TD_HIS				Peor Caso				
					Caso más Probable				
					Caso Alternativo				
Descripción	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 1.5" Ø) en la válvula reguladora de presión (PCV-301 / 302 / 303) localizada en la entrada del sistema reductor de presión (PRS), debido al aumento de temperatura por falla en el sistema de calentamiento y por ende sobrepresión en la línea de conducción del GNC.								
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.								
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	☒	Charco de fuego (Pool fire)	☐	Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)	☐	Explosión física de recipiente a presión			
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)	☐	Flamazo de nube de vapor (flash fire)	☐	Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)	☒	Nube tóxica			
III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia		Gas Natural							
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m3)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						
Oxígeno			0.2						
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación									
Tipo de recipiente									
Cilindro	☐	Esfera	☐	Tubería	☐	Otro:	Válvula reguladora		
Altura (m)		Diámetro (m)		Longitud (m)		Dimensiones	0.3 pulgadas		
Diámetro (m)				Diámetro (m)					
Condiciones de Operación					Estado físico				
Presión:	Temperatura		Flujo		Líquido	Vapor		Líquido / Vapor	
248.21 bar	25 °C		2,000 Sm ³ /h			☒			
Tipo de fuga		Características del orificio de fuga			Dirección de la fuga				
Falla catastrófica	☐	Área			Vertical				
Liberación en válvula de alivio	☐	Diámetro			0.3 pulgadas				
Orificio en Cuerpo o Tubería	☒	Coef. de pérdida del orificio			Hacia abajo				
Cizalla de Tubería , otro	☐				Golpea contra				
Tipo de liberación		Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)		60 s		
Continua	☒	Elevación (m)			Inventario fugado (kg)		125.00 kg		
Masiva	☐	Altura (m)			Tasa de liberación (kg/s)		2.07843E+000 kg/s		
V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo									
Estabilidad atmosférica					4.9 / F				
Temperatura atmosférica					20.40 °C				
Presión atmosférica					760 mmHg				
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)					---				
Porcentaje de Humedad Relativa					64.61 %				
Direcciones dominantes y velocidad del viento					4.9 m/s SO-NE				
Tipo de suelo (rugosidad empleada)					---				
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)									
Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad			
	Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento		



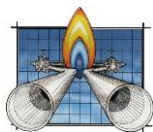
	(daño a equipos)		o		(daño a equipos)		o
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2
Chorro de fuego (Jet fire)	20.49 – 16.85 m	23.85 m	31.09 m	Ignición tardía (explosión)	24.29 – 22.10 m	28.81 m	34.48 m

I. Datos Generales									
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.			Fecha	06/2021	Software de simulación	PHAST versión 6.7		
Proyecto		Terminal de Descarga HISENSE							
II. Datos del escenario									
Clave	E5-N04-PC-TD_HIS					Peor Caso			
						Caso más Probable			
						Caso Alternativo			
Descripción	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en la válvula de esfera (HVB-001-4"-150) a la entrada de la EM, por falta de aplicación del programa de mantenimiento (desgaste de sellos) aunado a la presión ejercida por el gas natural.								
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.								
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)		Charco de fuego (Pool fire)		Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)		Explosión física de recipiente a presión			
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)		Flamazo de nube de vapor (flash fire)		Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)		Nube tóxica			
III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia		Gas Natural							
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m3)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						
Oxígeno			0.2						
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación									
Tipo de recipiente									
Cilindro		Esfera		Tubería		Otro:			
Altura (m)		Diámetro (m)		Longitud (m)		Dimensiones			
Diámetro (m)				Diámetro (m)	4 pulgadas				
Condiciones de Operación					Estado físico				
Presión:	Temperatura		Flujo		Líquido	Vapor	Líquido / Vapor		
7.00 bar	25 °C		2,000 Sm³/h						
Tipo de fuga			Características del orificio de fuga			Dirección de la fuga			
Falla catastrófica			Área			Vertical			
Liberación en válvula de alivio			Diámetro			Horizontal			
Orificio en Cuerpo o Tubería			Coef. de pérdida del orificio			Hacia abajo			
Cizalla de Tubería , otro						Golpea contra			
Tipo de liberación			Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)		60 s	
Continua		Elevación (m)				Inventario fugado (kg)		600.00 kg	
Masiva		Altura (m)	1 m			Tasa de liberación (kg/s)		9.74158E+000 kg/s	
V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo									
Estabilidad atmosférica					4.9 / F				
Temperatura atmosférica					20.40 °C				
Presión atmosférica					760 mmHg				
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)					---				
Porcentaje de Humedad Relativa					64.61 %				

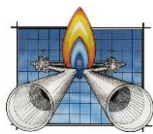


Direcciones dominantes y velocidad del viento				4.9 m/s SO-NE			
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---			
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
	Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión		
Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2
Chorro de fuego (Jet fire)	44.37 – 35.82 m	52.69 m	72.59 m	Ignición tardía (explosión)	81.40 – 75.58 m	93.38 m	108.40 m

I. Datos Generales									
Elaboró	Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V.			Fecha	06/2021	Software de simulación		PHAST versión 6.7	
Proyecto		Terminal de Descarga HISENSE							
II. Datos del escenario									
Clave	E6-N04-CMP-TD_HIS				Peor Caso				
					Caso más Probable				
					Caso Alterno				
Descripción	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 4" Ø) en la válvula de esfera (HVB-001-4"-150) a la entrada de la EM, por falta de aplicación del programa de mantenimiento (desgaste de sellos) aunado a la presión ejercida por el gas natural.								
Objetivo	Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario.								
Modelo(s) Empleado(s) en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)		Charco de fuego (Pool fire)			Explosión de nube de vapor confinada (CVCE)			Explosión física de recipiente a presión	
BLEVE/ bola de fuego (fire ball)		Flamazo de nube de vapor (flash fire)			Explosión de nube de vapor no confinada (UVCE)			Nube tóxica	
III. Sustancias Involucradas									
Nombre de la Sustancia		Gas Natural							
Componente	% mol	% peso	% Vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV(8 H TWA)	TLV (15MIN STEL)	Densidad (kg/m3)
Metano			83.0	4.5	14.5	1000			0.0554
Etano			11.0						
CO ₂			3.0						
Oxigeno			0.2						
IV. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación									
Tipo de recipiente									
Cilindro		Esfera			Tubería			Otro:	
Altura (m)		Diámetro (m)			Longitud (m)			Dimensiones	
Diámetro (m)				Diámetro (m)		0.8 pulgadas			
Condiciones de Operación					Estado físico				
Presión:		Temperatura		Flujo		Líquido		Vapor	Líquido / Vapor
7.00 bar		25 °C		2,000 Sm³/h					
Tipo de fuga			Características del orificio de fuga			Dirección de la fuga			
Falla catastrófica				Área				Vertical	
Liberación en válvula de alivio				Diámetro		0.8 pulgadas		Horizontal	
Orificio en Cuerpo o Tubería				Coef. de pérdida del orificio				Hacia abajo	
Cizalla de Tubería , otro								Golpea contra	
Tipo de liberación			Punto de fuga			Tiempo estimado de liberación (s)		60 s	
Continua				Elevación (m)				Inventario fugado (kg)	24.00 kg
Masiva				Altura (m)		1 m		Tasa de liberación (kg/s)	3.89663E-001 kg/s



V. Condiciones atmosférica y tipo de suelo							
Estabilidad atmosférica				4.9 / F			
Temperatura atmosférica				20.40 °C			
Presión atmosférica				760 mmHg			
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---			
Porcentaje de Humedad Relativa				64.61 %			
Direcciones dominantes y velocidad del viento				4.9 m/s SO-NE			
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---			
VI. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
	Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión		
Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	12.5-37.5 kW/m2	5 kW/m2	1.4 kW/m2		3-10 lb/cm2	1 lb/cm2	0.5 lb/cm2
Chorro de fuego (Jet fire)	7.70 m -NR	9.38 m	11.75 m	Ignición tardía (explosión)	--- m	--- m	--- m

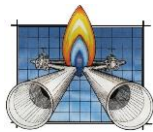


Índice

V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. 2

Figuras

Figura 1. Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descarga de GNC de la Terminal.	3
Figura 2. Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descarga de GNC de la Terminal.	4
Figura 3. Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	5
Figura 4. Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	6
Figura 5. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	7
Figura 6. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (BLEVE). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	8
Figura 7. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	9
Figura 8. Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	10
Figura 9. Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.	11
Figura 10. Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal.	12
Figura 11. Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal.	13
Figura 12. Escenario E6-N04-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal.	14



V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

A continuación, se representarán los Radios Potenciales de afectación, indicando las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento para los escenarios de Riesgo. En las siguientes imágenes puede observarse que las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) están representadas con el color rojo y las Zonas de Amortiguamiento (ZA) de color verde, además se incluyen las distancias de afectación para cada uno de estos radios y la Zona de Alto Riesgo por daño a equipos (OTRO), que en el caso de radiación va de 12.5 KW/m^2 a 37.5 KW/m^2 , y para el caso de sobrepresión que va de 3 lb/in^2 (psi) a 10 lb/in^2 (psi), de igual manera se muestran las distancias de afectación en cada uno de los escenarios. Para mayor detalle, **Ver Anexo 9. Radios de Afectación.**

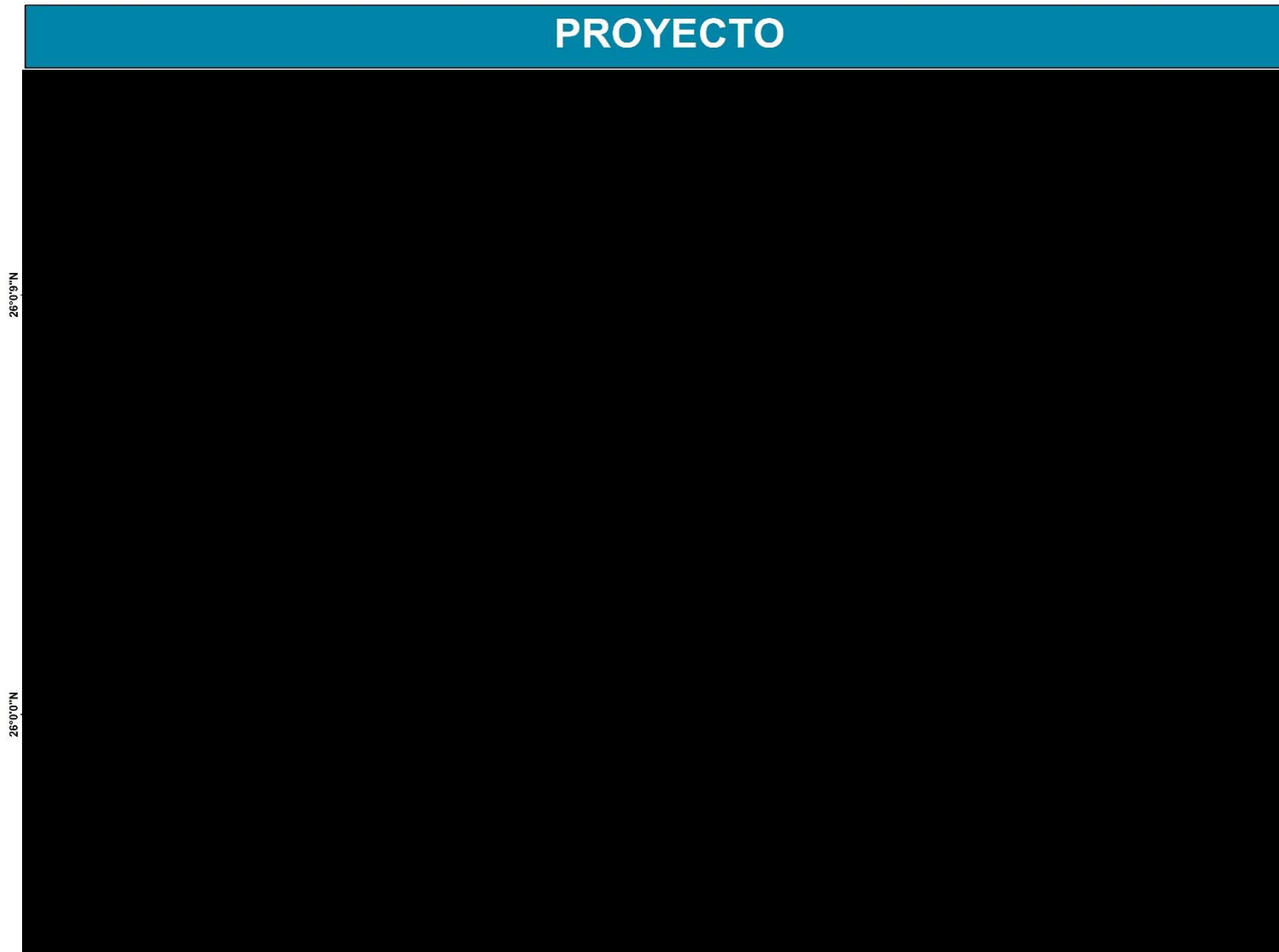
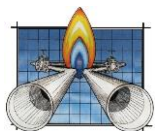


Figura 1. Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descarga de GNC de la Terminal. **COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**

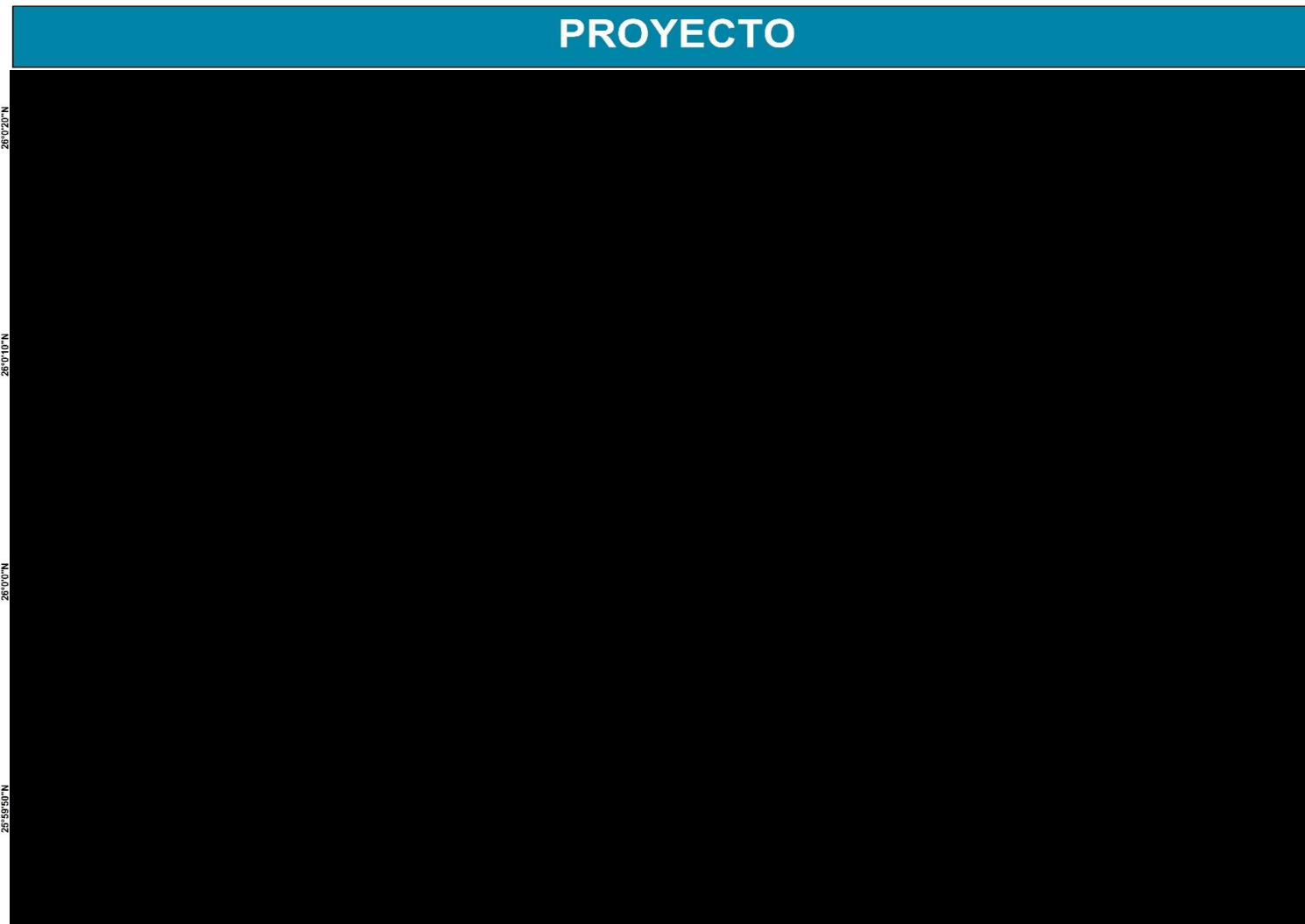


Figura 2. Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descarga de GNC de la Terminal. **COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**



PROYECTO

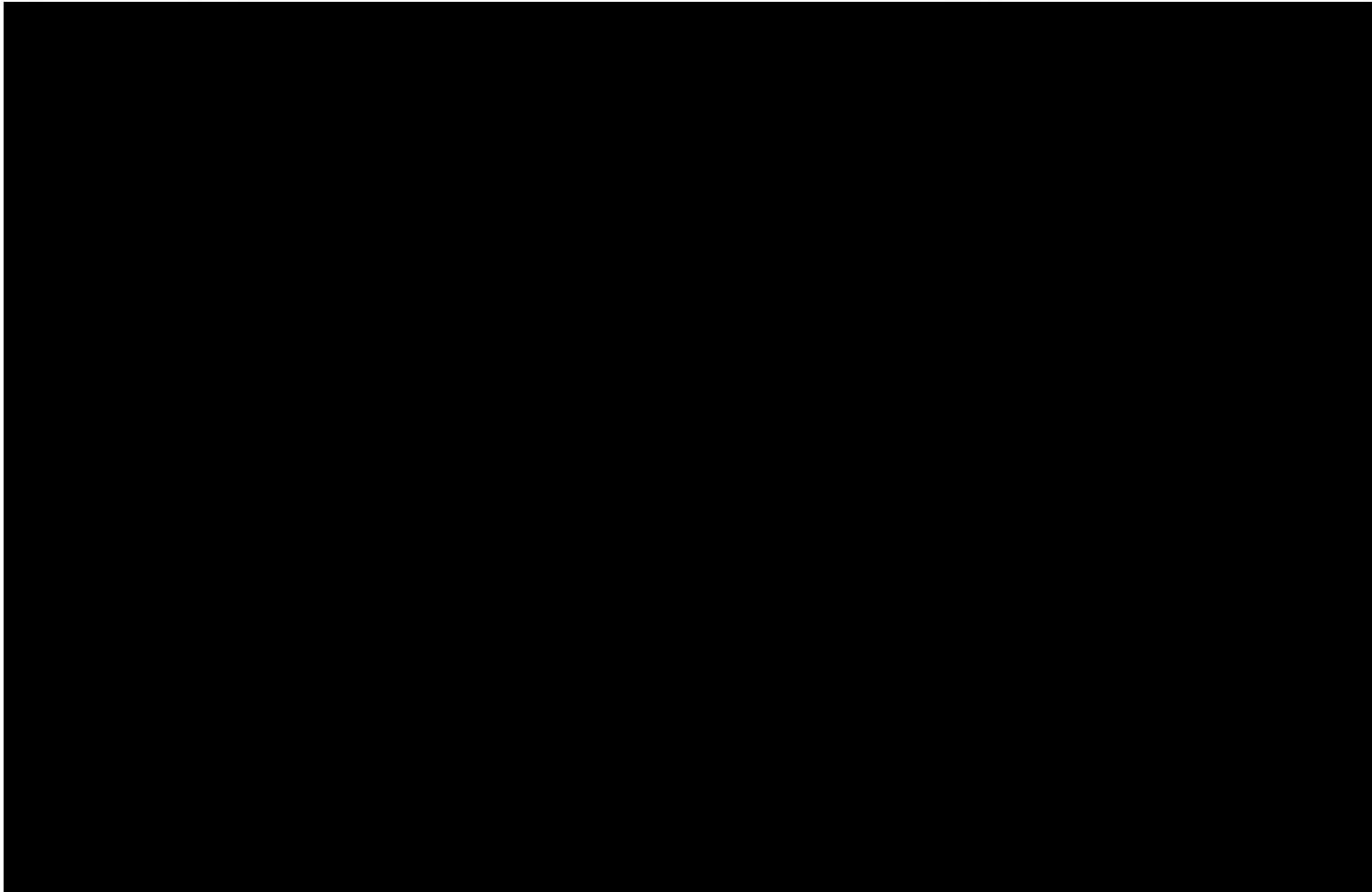


Figura 3. Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

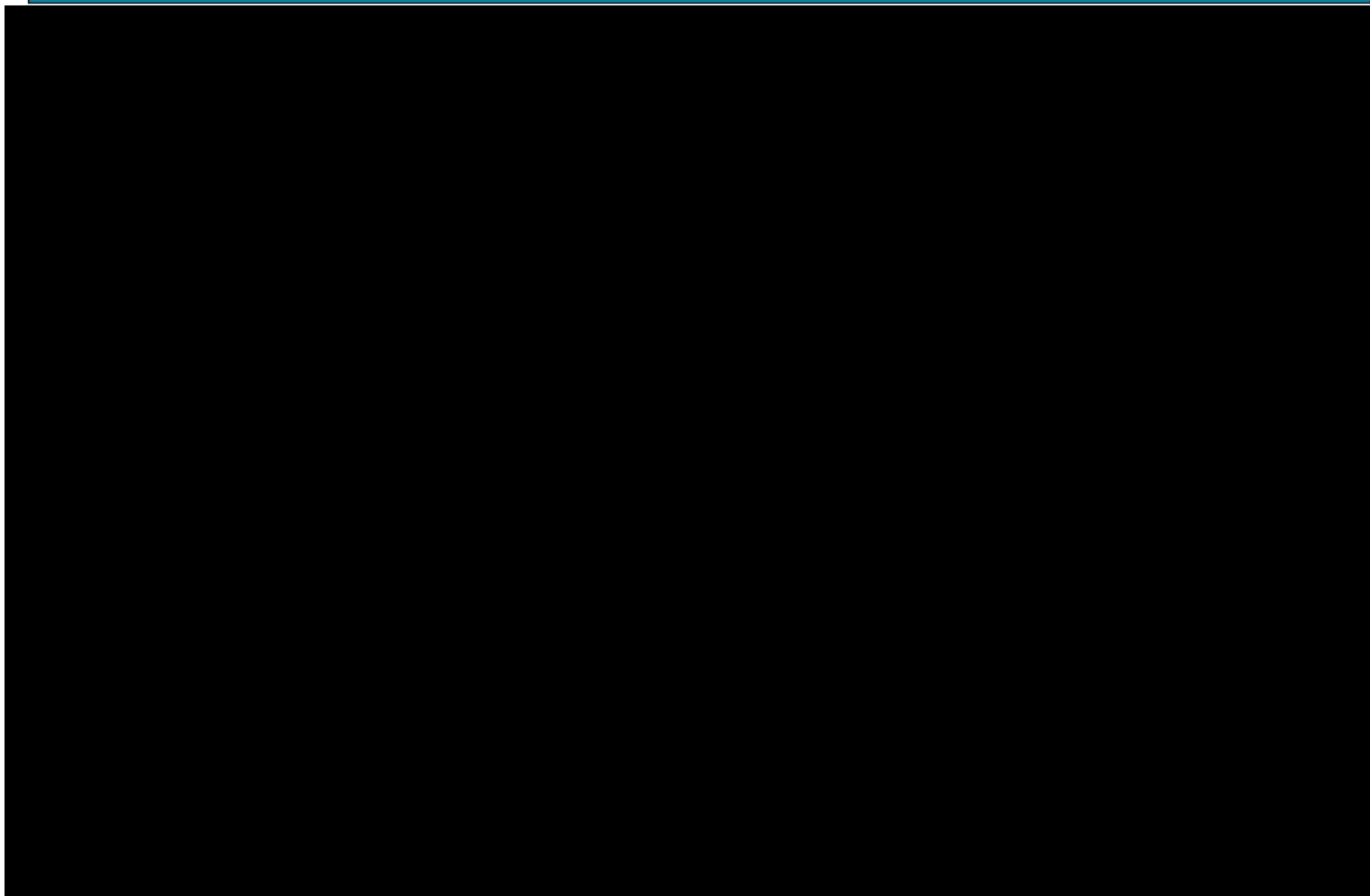


Figura 4. Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

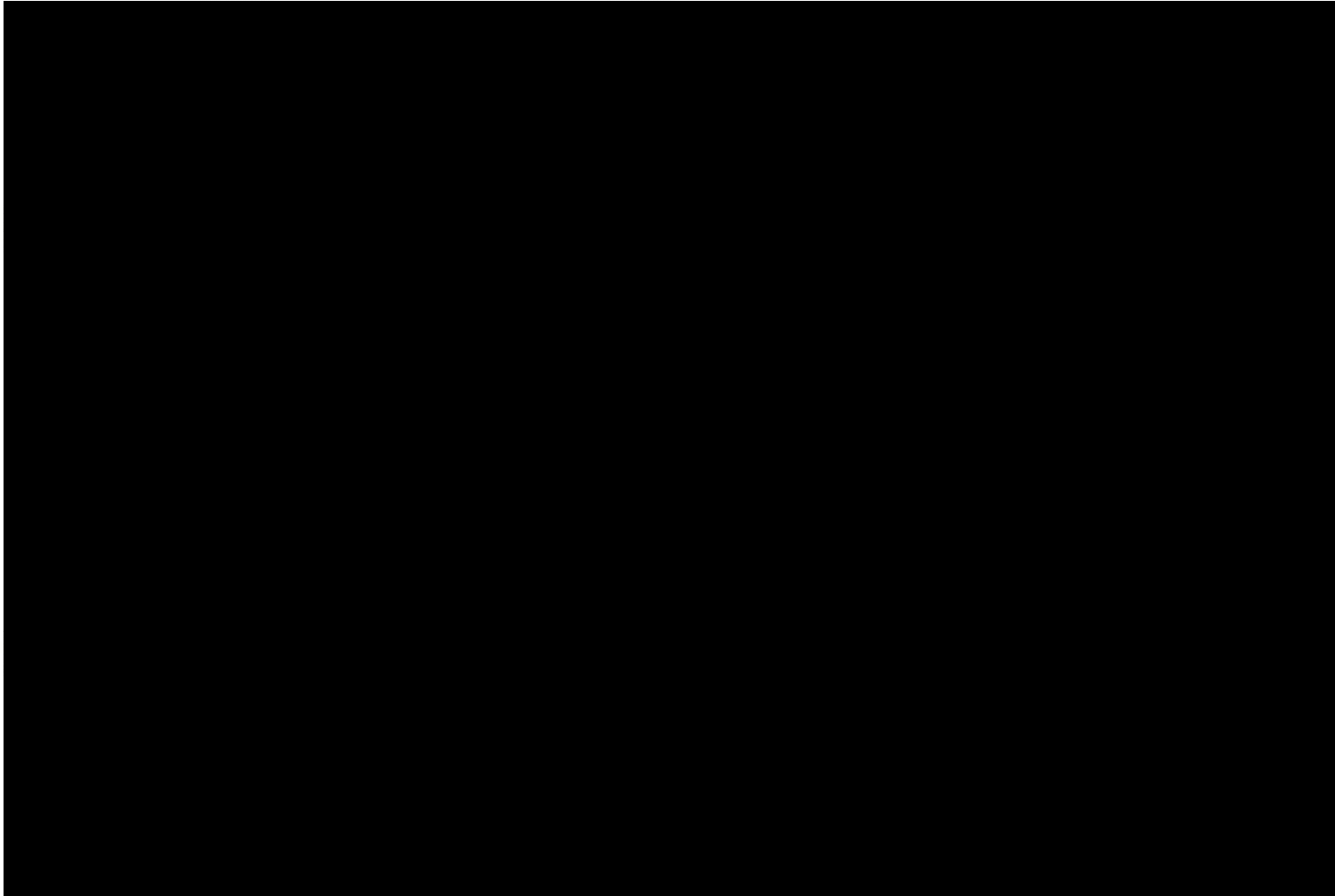
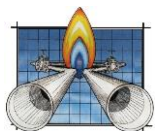


Figura 5. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

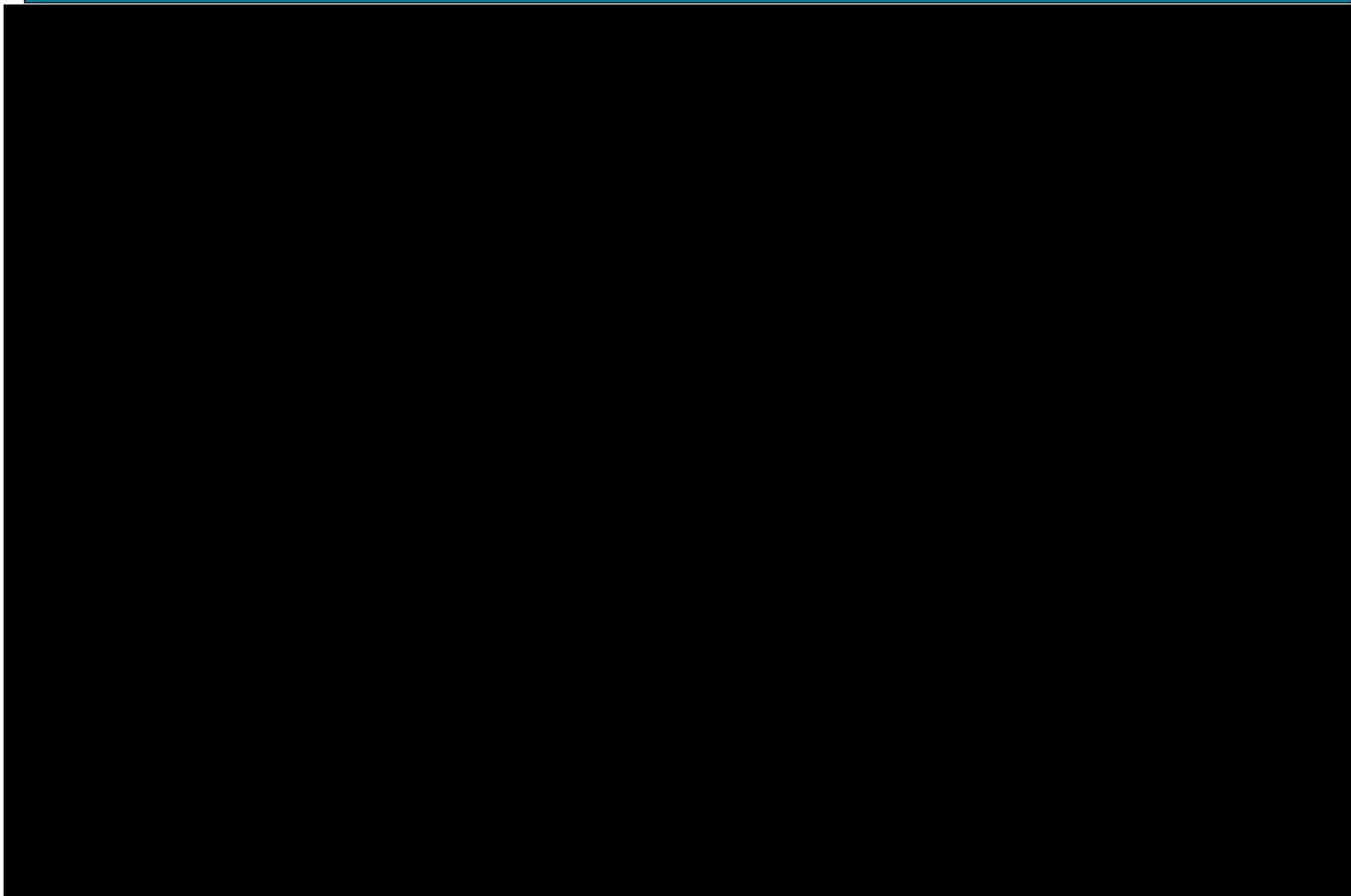
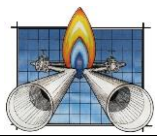


Figura 6. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (BLEVE). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

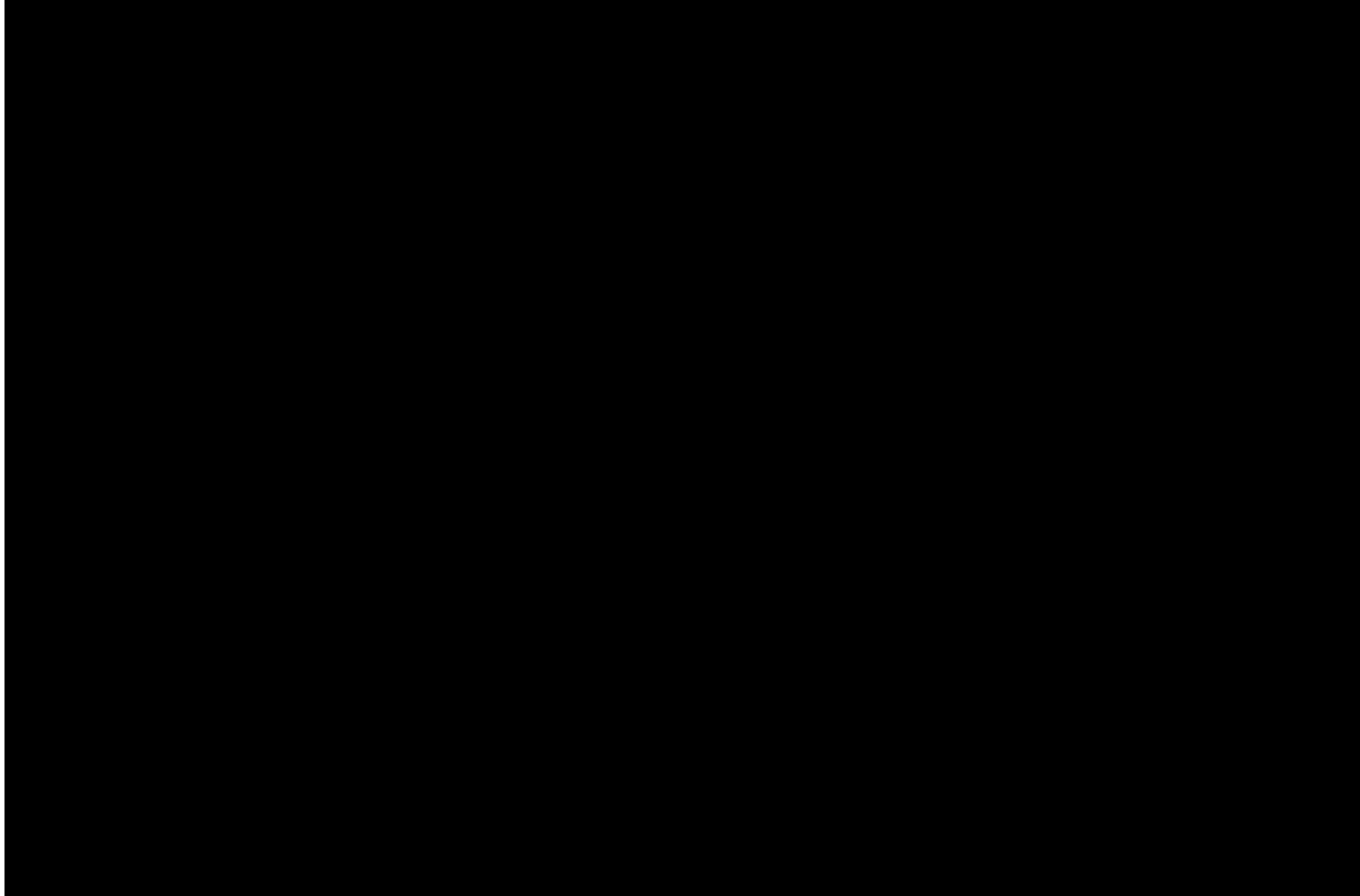
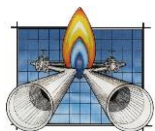


Figura 7. Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

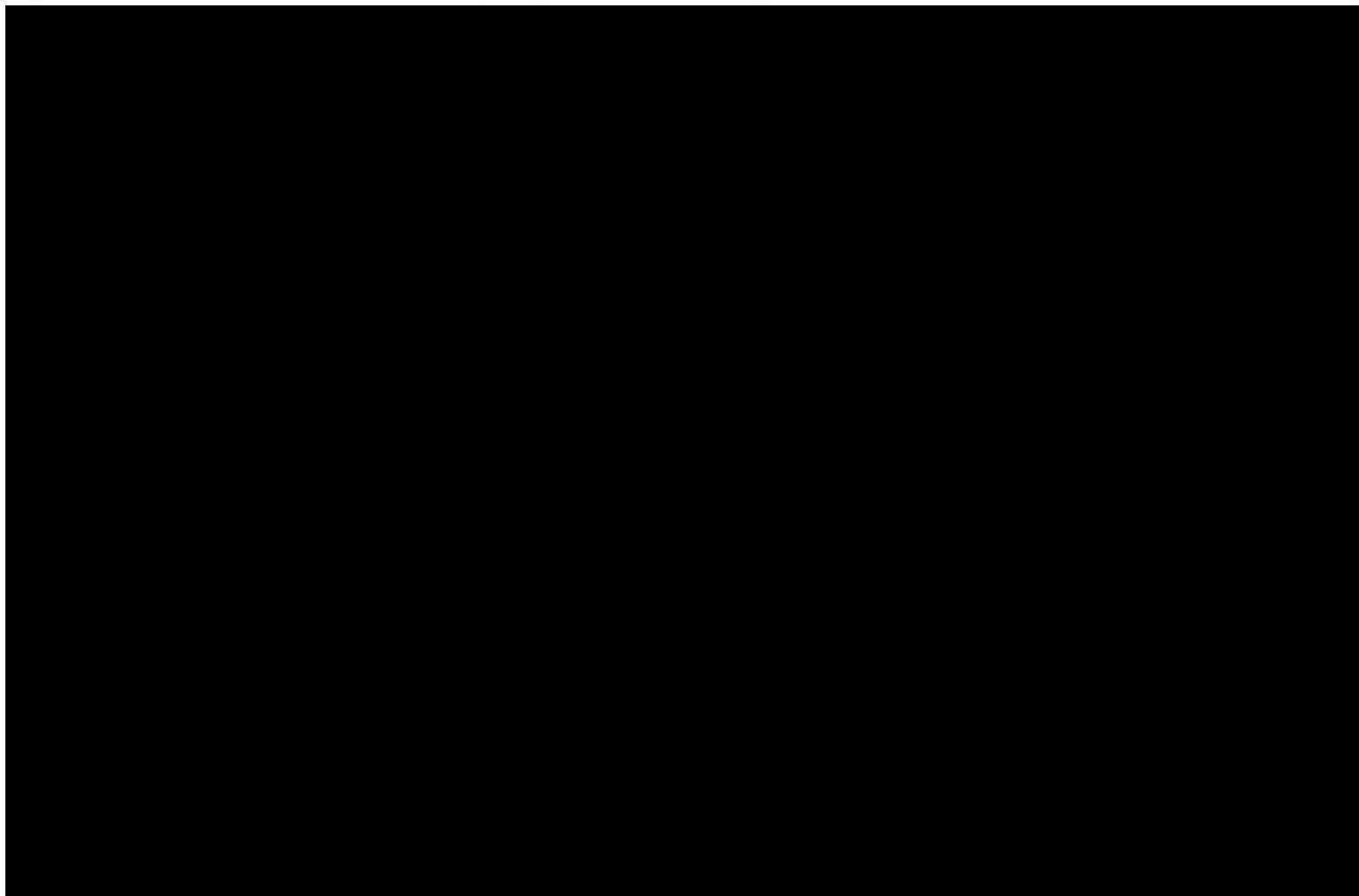


Figura 8. Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

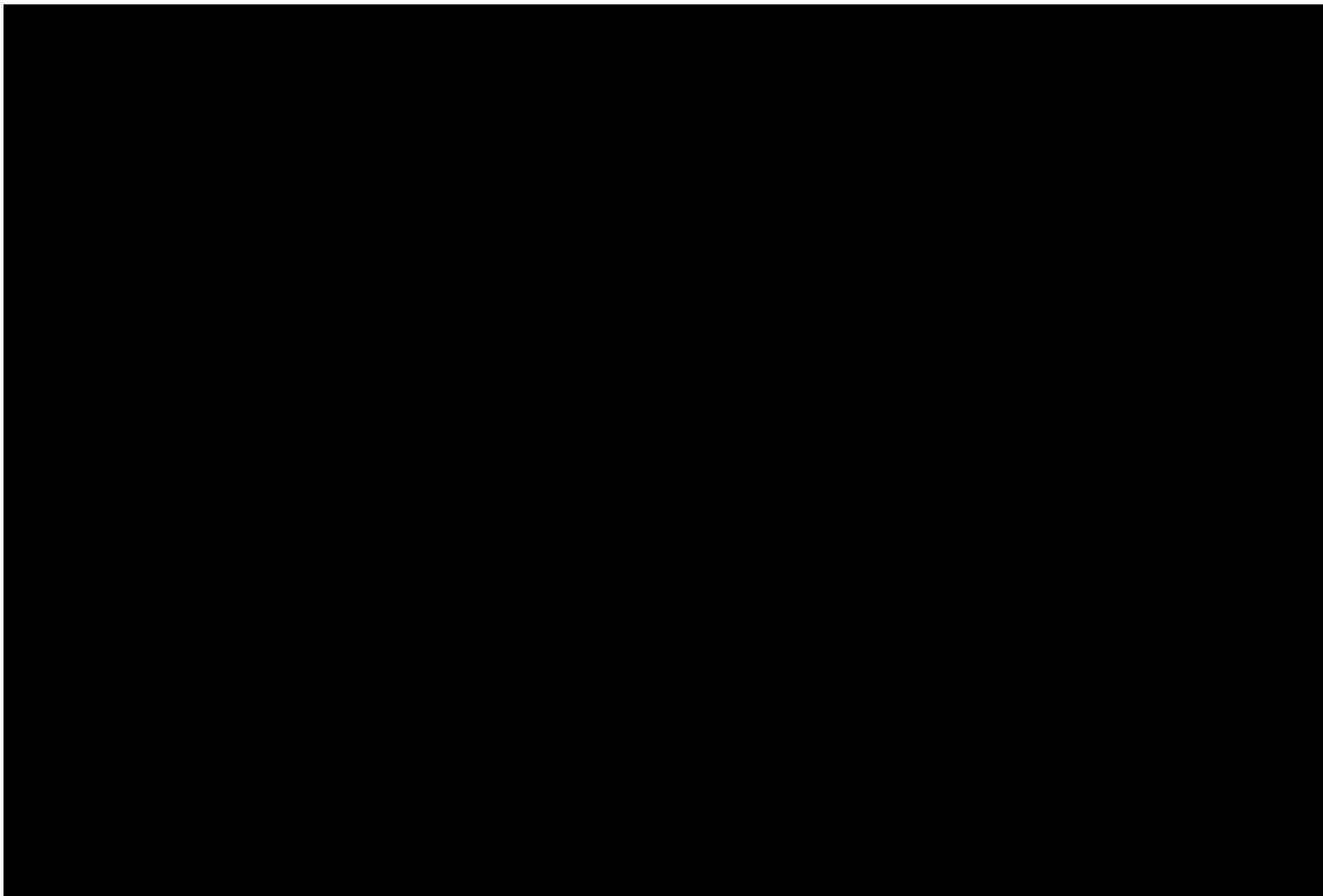


Figura 9. Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de descompresión de GNC de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

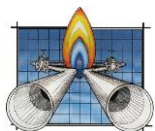
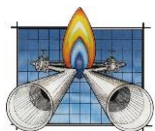


Figura 10. Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal. **COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**



PROYECTO

Figura 11. Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (UVCE). Explosión de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



PROYECTO

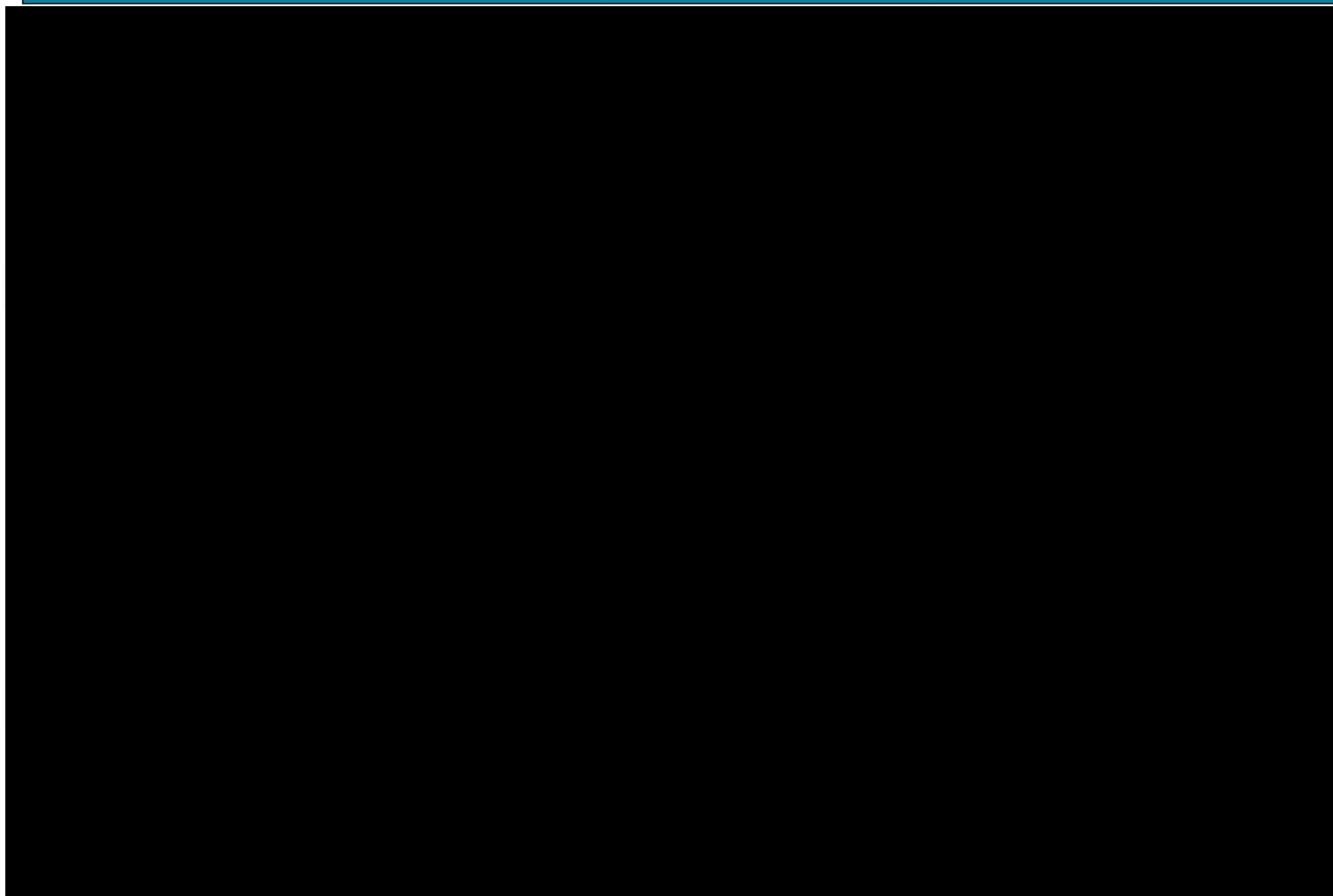
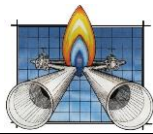


Figura 12. Escenario E6-N04-CMP-TD_HIS (CHOF). Incendio de Gas Natural en el Área de Medición de GN de la Terminal.
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

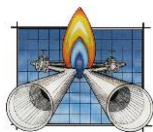


Índice

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....	2
VI.1. Análisis de Vulnerabilidad.....	2
VI.2. Interacciones de Riesgo.	16

Tablas

Tabla 1. Efectos de la radiación calórica en incidente.	2
Tabla 2. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones.	3
Tabla 3. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.	6



VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

VI.1. Análisis de Vulnerabilidad.

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa promotora del presente proyecto, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen la Terminal de Descarga. En todo el sistema existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias, en caso de fallas, las fugas o derrames estarán presentes inmediatamente.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software PHAST Versión 6.7, permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra.

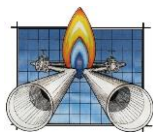
El análisis de vulnerabilidad busca determinar la magnitud de los efectos de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades.

Efectos Potenciales

Para evaluar los efectos en un incendio, se tomarán como base los datos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Efectos de la radiación calórica en incidente.

(KW/m ²)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos.	-
200	Debilitamiento del hormigón armado.	-
60	Máxima radiación tolerable por el cemento.	-
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón pretensado. Destrucción de equipos y tanques.	-
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras.	100% de mortalidad en 1 minuto.
25	El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por la larga exposición, sin llama.	1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos.
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos. Daños severos a equipos de instrumentación.	ZONA DE INTERVENCIÓN: máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado



(KW/m ²)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
		en 10 segundos.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.	-
9.5	-	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
8	-	Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.
4	-	ZONA DE ALERTA: suficiente para causar dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.
1.5	-	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado.
1.39	-	No causará incomodidad en exposiciones prolongadas.

Manual Techniques for Assessing Industrial Hazards, Wold Bank.

Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.

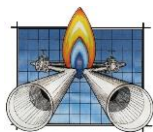
Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos",

Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass, 1973.

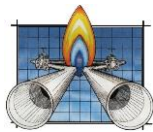
Los efectos producidos por una explosión se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

Tabla 2. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones.

Sobrepresión (psi)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que ya se encuentren bajo tensión.	
0.04	Ruido elevado (143 dB); fallas en vidrio debido al "boom" sónico.	
0.10	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión.	
0.15	Presión típica para fallas en vidrio.	
0.30	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana.	Sin probabilidad de daños importantes.



Sobrepresión (psi)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
0.40	Daño estructural menor limitado.	
0.50 - 1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.	
0.7	Daño menor a estructuras de casas.	
1.0	Demolición parcial de casas, estas se vuelven inhabitables.	
1.0 - 2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.	
1.0 - 8.0		Rango de lesiones leves y serias, debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio u otros misiles.
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos.	
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	
2.0 - 3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.	
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.	
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero.	
3.0	Edificios con estructura de acero: distorsionados y arrancados en sus cimientos.	
3.0 - 4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados.	
4.0	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.	
5.0	Postes de madera arrancados.	
5.0 - 7.0	Destrucción casi completa de casas.	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.	
7.0 - 8.0	Falla en muros de ladrillo de 8 a 12" de espesor sin refuerzo debido a la flexión o desgarre.	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
2.4 - 12.5		Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas.
14.5 - 29.0	Rango de 1 ha 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.	
300	Formación de cráter.	Catastrófico, letal.



Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation

Lees, F.P.; Prevención de Pérdidas en Industrias de Procesos,
Vol. 1, Butterworths, London & Boston, 1980.

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de los posibles efectos a los receptores de riesgo (personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.), en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando además, las áreas de interés, instalaciones, población, personal, cruzamientos, componentes ambientales, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De igual manera, se mencionan las medidas preventivas que son consideradas para evitar el evento o minimizar la probabilidad de que ocurra, donde se justifica la compatibilidad del proyecto con el entorno.



Tabla 3. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán construcciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga, por lo que, en un radio de hasta 83 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m ² . El personal ubicado a no más de 98 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 105 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 117 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Botón de Paro de Emergencia • Procedimiento de emergencias por fuga • Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06) • Sistema contra incendio (extintores)	R2.- Supervisar las actividades de descarga de GNC. R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 163 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		R4.- Verificar que el equipo de descompresión o panel de decantación cuente con un dispositivo de ruptura.
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP y cuerpos de agua cercanos que pudieran ser afectados por la radiación emitida. Respecto a la vegetación, los efectos serán poco significativos, dado que la Zona de Alto Riesgo quedara inmersa dentro del Proyecto y de la Planta HISENSE, aunque es posible que se presente incendio sobre la vegetación natural (matorral submontano; MSM) existente entorno a la Planta HISENSE dada la cercanía y la densidad de flora, representando y/o contribuyendo a la fragmentación y/o destrucción del hábitat de especies faunísticas, entendiendo que a los alrededores aunque se encuentran algunas vialidades, la zona no se encuentra impactada significativamente. Aunado a lo anterior no se encontraron registros especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no representa una afectación significativa sobre la zona.		R5. Asignar código de identificación al Procedimiento de emergencias por fuga y asegurarse que los Procedimientos se encuentren dentro de su Sistema de Gestión.



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, en la Zona de Alto Riesgo (Otro) se tienen principalmente en los equipos e instalaciones de la Terminal que se encuentren dentro de un radio de 80 m, como lo es el propio Panel de Decantación y Equipo de descompresión (PRM / PRS, HCM y la EM), ya que los niveles de radiación (40 kW/m²) pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos, provocando que estas instalaciones presenten fallas en su integridad estructural, derivando en un efecto dominó que agrave el escenario propuesto. Además, esta radicación también afectará la caseta móvil de la Terminal y una pequeña parte de la Planta HISENSE En la Zona de Alto Riesgo, se encontrará solo la Planta HISENSE, sin embargo las afectaciones serían sobre su infraestructura de acero delgado.		
Escenario E1-N01-PC-TD_HIS (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán algunas construcciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga. La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias serán fatales, de igual manera hasta a los 270 m aún se tiene entre 90% y 100% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 193 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Botón de Paro de Emergencia • Procedimiento de emergencias por fuga • Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06) • Sistema contra incendio (extintores)	R2.- Supervisar las actividades de descarga de GNC. R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso. R4.- Verificar que el equipo de descompresión o panel de decantación cuente con un dispositivo de ruptura. R5. Asignar código de identificación al Procedimiento de emergencias por fuga y asegurarse que los Procedimientos se encuentren dentro de su Sistema de Gestión.
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que con 300 psi, son suficientes para formar un cráter en la tierra.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. La afectación principal será para los equipos que se encuentran dentro de un radio de 296 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción de las áreas que conforman la Terminal y colindantes a esta, además, a un radio de 300 m se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, por la sobrepresión ejercida. A partir de los 313 m se encontrarán instalaciones de la Planta HISENSE, dichas instalaciones recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la destrucción o deformación del concreto de los muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de Amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones, ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encuentran algunas construcciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga, por lo que, en un radio de hasta 32.8 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m ² . El personal ubicado a no más de 40.4 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 43 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 47 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	- Indicadores de presión - Alarma por baja presión - Paro automático del sistema de descompresión para protección - Botones de paro de emergencias - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso. R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 65 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP y cuerpos de agua cercanos que pudieran ser afectado por la radiación emitida. Respecto a la vegetación, los efectos serán poco significativos, dado que la Zona de Alto Riesgo quedara inmersa dentro del Proyecto y de la Planta HISENSE, por lo que se considera que no es posible que se presente incendio sobre la vegetación natural (matorral submontano; MSM) existente entorno a la Planta HISENSE. Aunado a lo anterior no se encontraron registros especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no representa una afectación significativa sobre la zona. Por lo anterior no se tendrá efectos significativos al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, en la Zona de Alto Riesgo (Otro) se tienen principalmente en los equipos e instalaciones de la Terminal que se encuentren dentro de un radio de 30 m, como lo es el propio Equipo de descompresión y Panel de Decantación (PRM / PRS, HCM y la EM), ya que los niveles de radiación (40 kW/m ²) pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos, provocando que estas instalaciones presenten fallas en su integridad estructural, derivando en un efecto dominó que agrave el escenario propuesto. Además, esta radiación también afectará la caseta móvil de la Terminal y una pequeña parte de la Planta HISENSE. En la Zona de Alto Riesgo, se encuentra solo la Planta HISENSE, sin embargo las afectaciones serían sobre su infraestructura de acero delgado.		



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E2-N02-CMP-TD_HIS (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán algunas construcciones propias de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga. La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias serán fatales, de igual manera a los 72 m se tiene el 90% a 100% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 74 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Indicadores de presión • Alarma por baja presión • Paro automático del sistema de descompresión para protección • Botones de paro de emergencias • Procedimiento de emergencias por fuga • Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso. R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que con 300 psi, son suficientes para formar un cráter en la tierra.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. La afectación principal será para los equipos que se encuentran dentro de un radio de 74.9 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción de las áreas que conforman la Terminal y colindantes a esta, además, a un radio de 77 m se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, por la sobrepresión ejercida. A partir de los 80 m se encontraran instalaciones de la Planta HISENSE, dichas instalaciones recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la destrucción o deformación del concreto de los muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de Amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones, ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán construcciones propias de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga, por lo que, en un radio de hasta 73 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 97 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 114 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	- Indicadores de presión - Válvula con actuador neumático - Panel de control-Sistema de Venteo - Paro automático del sistema de descompresión para protección - Botones de paro de emergencias - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 163 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP y cuerpos de agua cercanos que pudieran ser afectados por la radiación emitida. Respecto a la vegetación, los efectos serán poco significativos, dado que la Zona de Alto Riesgo quedara inmersa dentro del Proyecto y de la Planta HISENSE, aunque es posible que se presente incendio sobre la vegetación natural (matorral submontano; MSM) existente entorno a la Planta HISENSE dada la cercanía y la densidad de flora, representando y/o contribuyendo a la fragmentación y/o destrucción del hábitat de especies faunísticas, entendiendo que a los alrededores aunque se encuentran algunas vialidades, la zona no se encuentra impactada significativamente. Aunado a lo anterior no se encontraron registros especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no representa una afectación significativa sobre la zona.		R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, en la Zona de Alto Riesgo (Otro) se tienen principalmente en los equipos e instalaciones de la Terminal que se encuentren dentro de un radio de 70 m, como lo es el propio Equipo de descompresión y Panel de Decantación (PRM / PRS, HCM y la EM), ya que los niveles de radiación (40 kW/m ²) pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos, provocando que estas instalaciones presenten fallas en su integridad estructural, derivando en un efecto dominó que agrave el escenario propuesto. Además, esta radiación también afectará la caseta móvil de la Terminal y una pequeña parte de la Planta HISENSE En la Zona de Alto Riesgo, se encontrará solo la Planta HISENSE, sin embargo las afectaciones serían sobre su infraestructura de acero delgado.		R12.- Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (BLEVE)	Personal / Población, Ambiente y Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Se tendrán los mismos efectos descritos de radiación que el escenario E3-N02-PC-TD_HIS (CHOF), pero a mayor alcance para la ZA: 315.21 m, ZAR: 169.54 m y ZAR a equipos (12.5 kW/m ²): 104.09 m, sin embargo para la ZAR a equipos (12.5 kW/m ²) es de menor alcance: 48.43 m.		
Escenario E3-N02-PC-TD_HIS (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán algunas construcciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga. La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias serán fatales, de igual manera hasta a los 198 m aún se tiene entre 90% y 100% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 201 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	- Indicadores de presión - Válvula con actuador neumático - Panel de control-Sistema de Venteo - Paro automático del sistema de descompresión para protección - Botones de paro de emergencias - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso. R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema. R12.- Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que con 300 psi, son suficientes para formar un cráter en la tierra.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. La afectación principal será para los equipos que se encuentran dentro de un radio de 201.3 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción de las áreas que conforman la Terminal y colindantes a esta, además, a un radio de 202 m se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, por la sobrepresión ejercida. Además, se encontraran instalaciones de la Planta HISENSE, dichas instalaciones recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la destrucción o deformación del concreto de los muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de Amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones, ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontraran construcciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga, por lo que, en un radio de hasta 16.8 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m ² . El personal ubicado a no más de 20.4 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 22 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 23.8 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	- Indicadores de presión - Válvula con actuador neumático - Panel de control-Sistema de Venteo - Paro automático del sistema de descompresión para protección - Botones de paro de emergencias - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 31 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP y cuerpos de agua cercanos que pudieran ser afectado por la radiación emitida. Respecto a la vegetación, los efectos serán poco significativos, dado que la Zona de Alto Riesgo quedara inmersa dentro del Proyecto y de la Planta HISENSE, por lo que se considera que no es posible que se presente incendio sobre la vegetación natural (matorral submontano; MSM) existente entorno a la Planta HISENSE. Aunado a lo anterior no se encontraron registros especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no representa una afectación significativa sobre la zona. Por lo anterior no se tendrá efectos significativos al ambiente.		R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, en la Zona de Alto Riesgo (Otro) se tienen principalmente en los equipos e instalaciones de la Terminal que se encuentren dentro de un radio de 16 m, como lo es el propio Equipo de descompresión y Panel de Decantación (PRM / PRS, HCM y la EM), ya que los niveles de radiación (40 kW/m ²) pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos, provocando que estas instalaciones presenten fallas en su integridad estructural, derivando en un efecto dominó que agrave el escenario propuesto. Además, esta radiación también afectará la caseta móvil de la Terminal y una pequeña parte de la Planta HISENSE. En la Zona de Alto Riesgo, se encontrara solo la Planta HISENSE, las afectaciones serian sobre su infraestructura de acero delgado.		R12.- Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E4-N02-CMP-TD_HIS (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán construcciones propias de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga. La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias pueden ser fatales, de igual manera a los 19 m se tiene el 90% a 100% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 21 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	- Indicadores de presión - Válvula con actuador neumático - Panel de control-Sistema de Venteo - Paro automático del sistema de descompresión para protección - Botones de paro de emergencias - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se espera ninguna afectación al medio ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. La afectación principal será para los equipos que se encuentran dentro de un radio de 22.1 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción de las áreas que conforman la Terminal y colindantes a esta, además, a un radio de 23 m se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, por la sobrepresión ejercida. A partir de los 24.2 m se encontraran instalaciones de la Planta HISENSE, dichas instalaciones recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la destrucción o deformación del concreto de los muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).		R12.- Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de Amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones, ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encuentran algunas construcciones propias de Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga, por lo que, en un radio de hasta 35.8 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m ² . El personal ubicado a no más de 44.3 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 46 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 52 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	- Indicadores de presión y temperatura - By pass - Botón de Paro de Emergencia - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 72 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		R6.- Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP y cuerpos de agua cercanos que pudieran ser afectado por la radiación emitida. Respecto a la vegetación, los efectos serán poco significativos, dado que la Zona de Alto Riesgo quedara inmersa dentro del Proyecto y de la Planta HISENSE, por lo que se considera que no es posible que se presente incendio sobre la vegetación natural (matorral submontano; MSM) existente entorno a la Planta HISENSE. Aunado a lo anterior no se encontraron registros especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no representa una afectación significativa sobre la zona. Por lo anterior no se tendrá efectos significativos al ambiente.		R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, en la Zona de Alto Riesgo (Otro) se tienen principalmente en los equipos e instalaciones de la Terminal que se encuentren dentro de un radio de 32 m, como lo es la propia Estación de Medición, el Panel de Decantación y Equipo de descompresión (PRM / PRS, HCM y la EM), ya que los niveles de radiación (40 kW/m ²) pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos.		
Escenario E5-N04-PC-TD_HIS (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontrarán construcciones propias de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la Terminal de Descarga. La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias pueden ser fatales, mientras que las personas ubicadas a 74 m recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	- Indicadores de presión y temperatura - By pass - Botón de Paro de Emergencia	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).	- Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que con 300 psi, son suficientes para formar un cráter en la tierra.		R6.- Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción. La afectación principal será para los equipos que se encuentran dentro de un radio de 75 m donde se reciben 10 psi será inminente la posible destrucción de las áreas que conforman la Terminal y colindantes a esta, además, a un radio de 78 m se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de los equipos o instalaciones aledañas por la sobrepresión ejercida. Entre los 81 m y a los límites de la Zona de Alto Riesgo (93 m) se encuentran construcciones de la Planta HISENSE, dicha área recibiría de 3 a 1 psi, sin embargo, no afectará significativamente este sitio dado las consecuencias son daños menores a estructuras.		R7.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de Amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se puede presentar daño menor a las construcciones e instalaciones, ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E6-N04-CMP-TD_HIS (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es de baja gravedad y poco probable, aunque posible, debido a que en los alrededores de la Terminal se encontraran instalaciones de la Planta HISENSE, además, se encontrará personal operativo de la propia Terminal, por lo que, el personal ubicado a no más de 7.7 m donde se reciben 12.5 kW/m ² , presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 8 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m ² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m ² se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. En la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 9.3 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m ² , será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	- Indicadores de presión y temperatura - By pass - Botón de Paro de Emergencia - Procedimiento de emergencias por fuga - Activación del Plan Integral de seguridad (PO-SYS-GEN-06)	R3.- Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 11.7 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m ² , para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		R6.- Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se espera ninguna afectación al medio ambiente.		R7.- Asegurar la aplicación del programa de



Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Se esperan daños severos a la instrumentación de la propia EM, del Panel y del PRS / PRM, ya que se encuentran dentro de un radio de 7.7 m donde se reciben 12.5 kW/m ² de radiación.		mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.

VI.2. Interacciones de Riesgo.

A continuación, se señalan los equipos y/o instalaciones potencialmente afectadas que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo.

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto del evento
E1-N01-PC-TD_HIS	Panel de Decantación	Alto Riesgo en equipos	Radiación	98.45 m	- Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	1.0 m N 3 m N 4 m O 8 m NE 5 m E
			Explosión	313.38 m	- Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	1.0 m N 3 m N 4 m O 8 m NE 5 m E
		Alto Riesgo	Radiación	117.80 m	- Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	1.0 m N 3 m N 4 m O 8 m NE 5 m E
			Explosión	348.46 m	- Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	1.0 m N 3 m N 4 m O 8 m NE 5 m E



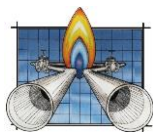
Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto del evento
E2-N02-CMP-TD_HIS	Equipo de Descompresión (PRM / PRS)	Alto Riesgo en equipos	Radiación	40.45 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	80.12 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
		Alto Riesgo	Radiación	47.90 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	90.76 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
E3-N02-PC-TD_HIS	Equipo de Descompresión (PRM / PRS)	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	93.41 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Radiación (BLEVE)	104.09 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	202.83 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O



Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto del evento
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	114.57 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Radiación (BLEVE)	169.54 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	205.81 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
E4-N02-CMP-TD_HIS	Equipo de Descompresión (PRM / PRS)	Alto Riesgo en equipos	Radiación	20.49 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	24.29 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
		Alto Riesgo	Radiación	23.85 m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O
			Explosión	28.81m	- Panel de decantación - Equipo de calentamiento (HCM) - Estación de Medición (EM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	2 m S 2 m N 3 m O 6 m NO 5 m O

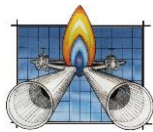


Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto del evento
E5-N04-PC-TD_HIS	Estación de Medición (EM)	Alto Riesgo en equipos	Radiación	44.37 m	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O
			Explosión	81.40 m	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O
		Alto Riesgo	Radiación	52.69	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O
			Explosión	93.38 m	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O
E6-N04-CMP-TD_HIS	Estación de Medición (EM)	Alto Riesgo en equipos	Radiación	7.70	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O
		Alto Riesgo	Radiación	9.38	- Panel de decantación - Equipo de Descompresión (PRS /PRM) - Equipo de calentamiento (HCM) - Caseta Móvil de la Terminal - Instalaciones de Planta HISENSE	4.2 m SE 4 m E 4.2 m NE 6 m NO 5 m O



Índice

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	2
---	----------



VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Con el fin de reposicionar los Escenarios de Riesgo identificados y jerarquizados en el capítulo IV del presente ARSH, se tomará en cuenta lo indicado a continuación, para confirmar los valores de frecuencia (probabilidad) y consecuencias (severidad):

- a. Para los Escenarios de Riesgo analizados en el apartado IV.2 (Análisis Cuantitativo de Riesgo) del capítulo IV del ARSH, se tomará en cuenta la información generada en dicha sección, de tal manera que se analicen los resultados para confirmar o rectificar los valores de frecuencia.
- b. Se considerará la información generada en el capítulo VI, relativo al análisis de Vulnerabilidad, de tal manera que se analicen los resultados para confirmar o rectificar los valores de consecuencias.
- c. Se tomará en cuenta para la ponderación de frecuencia y consecuencia todos los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras) de tipo preventivo, de control y de mitigación incluyendo los sistemas activos de contraincendios que tiene consideradas en el diseño del proyecto.

La Reponderación de los Escenarios por cada Nodo Analizado se muestra en el **Anexo 11**.

Específicamente para los escenarios o desviaciones identificados en la metodología HazOp, que dieron origen a los Escenarios de Riesgo E1 al E5, la ponderación para la gravedad de las consecuencias se preponderó a 1 “Catastrófico”, dado los resultados del análisis de Vulnerabilidad, sin embargo, el valor de frecuencia se disminuyó, asignando el valor de 5 “Improbable”, derivado de los resultados del análisis de frecuencias, donde la probabilidad de ocurrencia de un incendio y/o explosión en la Terminal, resultó de 6.6×10^{-7} . Por lo anterior, estos escenarios fueron reposicionados de una categoría de riesgo “Serio; B” a una categoría de “Medio; C”. De igual manera, para el Escenario de Riesgo E6, la categoría de riesgo se reposicionó en un nivel “Medio; C”, resultado de asignar un valor de frecuencia de 4 y 3 para la gravedad de las consecuencias.



Índice

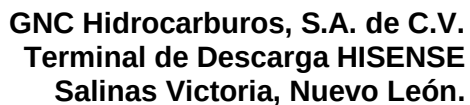
VIII. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de Riesgo.	2
VIII.1. Sistemas de Seguridad.....	2
VIII.2. Medidas Preventivas.	6
VIII.3. Recomendaciones Técnico Operativas.....	10

Tablas

Tabla 1. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.	10
Tabla 2. Programa para la implementación de las Recomendaciones.....	13

Figuras

Figura 1. Ubicación de la señalética y extintores contemplados en la Terminal de Descarga.	2
Figura 2. Señalética a utilizar en la Terminal de Descarga.	3



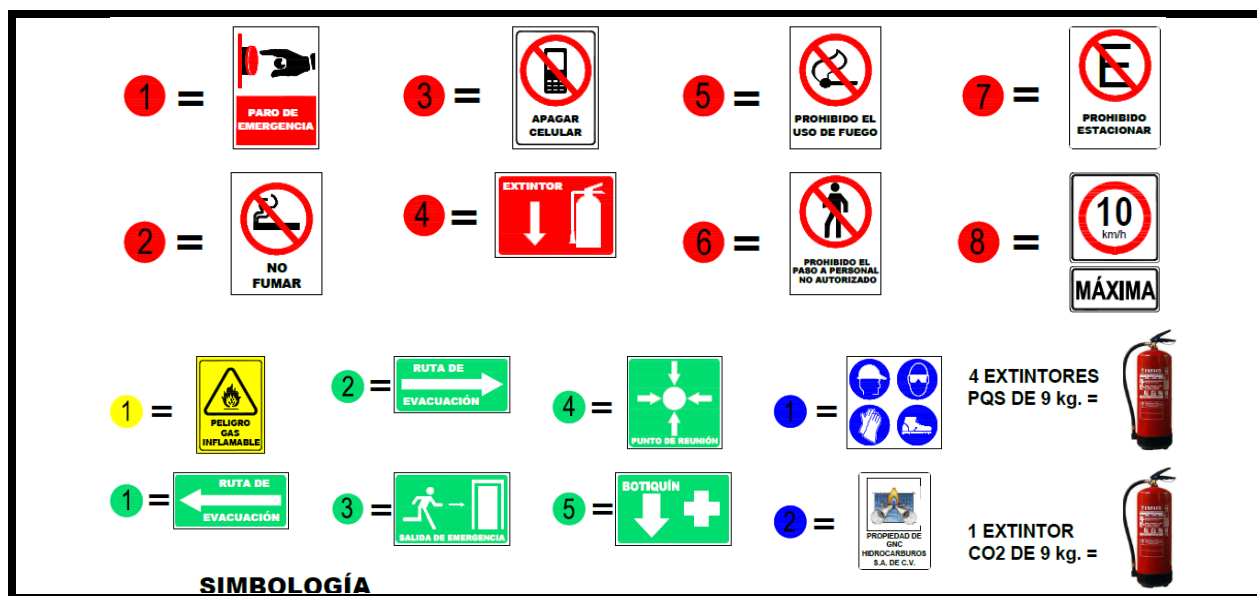
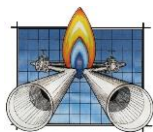


Figura 2. Señalética a utilizar en la Terminal de Descarga.



➤ **Equipo de descompresión.**

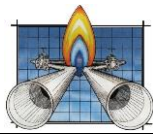
El diseño del equipo de descompresión considera los siguientes requerimientos:

- Diseñado según CSA estándar Z662-99 – aceite y sistemas de tubería de Gas.
- Regulación de dos etapas y reguladores instalados en sistema working monitor para reducir el ruido audible, mejoran la precisión y proporcionan protección aguas abajo. Agua caliente con Gas.
- Sistema de calefacción compensado tipo "Joule Thompson".
- Enfriamiento para que la temperatura del gas antes de la etapa final del regulador está controlada dentro de $\pm 14^{\circ}\text{C}$.
- El calentador de agua caliente tiene un pequeño flujo de gas natural para el quemador de calefacción.
- Consumo de gas natural es menos del 0.5% de rendimiento total de PRS.
- Sistema de paro de emergencia con botón pulsador ESD.
- PRM y HCM están montados sobre planchas de concreto con un gabinete alta capacidad.
- DEFUELING POST, Tubo estructural puesto con base de montaje de Boquilla Staubli HPX20 3/4" GNC x 4.5 metros largo.
- 1" válvula de bola con venteo.
- 0 – 350 bar Manómetro indicador de presión.
- 1 "x.109 tubo de acero inoxidable.
- 1" Válvula Check.

Así mismo, el Equipo de Descompresión contará con su propio PLC (Dispositivo Lógico Programable), el PLC se encarga de iniciar y parar el PRS, continuamente monitoreando las condiciones, estado y alarmas asociadas. Todos los sensores, interruptores, motores y válvulas solenoides utilizadas para la operación del PRS son cableados usando la clasificación de área adecuada en cada caso.

➤ **Tablero de control eléctrico.**

- Panel eléctrico asegurable Nema XII que alberga a todas las conexiones eléctricas.
- El medidor horario muestra las horas de operación del sistema de GNC.
- Contiene el switch de desconexión del motor principal con interbloqueo del panel de la puerta.
- Paquete de protección de energía: para protección de sobre / falta de voltaje y monitor de voltaje / registro de datos en el PLC.
- La operación del descompresor es completamente automática y auto monitorizada con desconexiones de seguridad automáticas e indicadores de estado para las siguientes condiciones de alarma:
 - Presión de entrada alta / baja.
 - Temperatura de descarga alta en todas las etapas.



- Alta temperatura en la resistencia eléctrica.
- Baja temperatura de la resistencia eléctrica.
- Alta presión al final de la descarga.
- Sobrecarga de la resistencia del sistema de calentamiento.
- Voltaje alto / bajo (opción de protección de energía).
- Botón pulsador de paro de emergencia (ESD).

➤ **Botones de paro de emergencia.**

El diseño de la Terminal establece que se instalarán dispositivos (botones) de Paro de Emergencia en los puntos siguientes:

- Equipo de descompresión.
- A una distancia no mayor a 3 m de cada punto de suministro.
- En zonas de oficinas o donde exista personal durante el día y la noche.

La activación de cualquiera de estos, provoca el cierre del suministro de energía eléctrica y de Gas Natural al Sistema de Descompresión, se activa una alarma sonora y visual que indica situación anormal de operación (reflejada en el Panel View del tablero de control). Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que originó el paro de los equipos.

1. El PLC mantiene un registro histórico de cada alarma activada para su consulta.
2. El sistema cuenta con una unidad de respaldo de energía (UPS) para permitir que los sistemas de control de la Terminal se mantengan alertas.

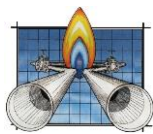
El restablecimiento de la operación deberá ser realizado por personal calificado. Se avisará a través de una alarma sonora y visual en el momento en que se está efectuando dicho restablecimiento.

➤ **Estación de Medición.**

La Estación de Medición cuenta con un medidor de turbina Actaris Itrón Modelo G-100 de 4" de Ø bridado RF en ANSI 150, además de dos indicadores de presión y un transductor de temperatura.

De lo anterior, se pueden verificar los siguientes anexos:

- ✓ Anexo 2 / b. Planos de equipos
- ✓ Anexo 2 / d. Diagramas de Tuberías e Instrumentación
- ✓ Anexo 2 / h. Plano de ubicación de Extintores y Señalética
- ✓ Anexo 2 / i. Planos del Sistema de Tierras y Pararrayos
- ✓ Anexo 2 / k. Especificaciones del cuarto de control



VIII.2. Medidas Preventivas.

De acuerdo al diseño, los equipos de la Terminal de Descarga estarán localizados en exteriores arriba de nivel del piso, instalados sobre cimentaciones o estructuras adecuadamente diseñadas con un sistema de anclaje para cumplir con los requisitos de los fabricantes y de las Normas Aplicables al diseño de acuerdo con las condiciones sísmicas y climáticas de la región.

Dentro de las medidas preventivas del proyecto, el regulado contempla lo siguiente:

➤ **Capacitación del personal en procesos críticos de operación.**

Previo a que entren en actividad, el personal será capacitado y adiestrado en los diferentes procesos y actividades llevados a cabo dentro de la Terminal de Descarga, particularmente en aquellos procesos críticos de la operación que implícitamente representen un riesgo.

➤ **Procedimientos para la atención de emergencias.**

En el cual está capacitado el personal que operará la Terminal de Descarga y llevará a cabo en caso de un evento.

La promovente cuenta con los siguientes procedimientos:

- ✓ PG-SYS-GEN-01. Plan de respuesta a emergencia
- ✓ PO-SYS-GEN-06. Activación del Plan Integral de Seguridad_ITO-000
- ✓ Procedimiento de Emergencia por Fuga

➤ **Selección de materiales.**

Los materiales para los principales sistemas de tuberías y válvulas de gas de proceso cumplirán con los requisitos de ASME B31.8.

Los ductos de gas en baja presión que se utilizará en el tendido de la línea de la interconexión del Equipo de Descompresión y la EM son en Acero al carbón, Cedula 40, API 5L GRADO B, la cual es fabricada bajo las Normas Oficiales Mexicanas NOM-B-10-1986 y NOM-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados de 3" de diámetro como cabezal principal.

➤ **Tuberías.**

En las Tuberías de alta y baja presión, se consideran las siguientes medidas de seguridad:

Baja Presión:

La tubería de acero que se utilizará en el tendido de la línea de la interconexión entre el Equipo de Descompresión y la Estación de Medición de gas natural es API 5L GRADO B, la cual es fabricada bajo las Normas Mexicanas, NMX-B-10-1986 y NMX-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados y con el espesor indicado en el cálculo de tuberías.

La velocidad del flujo del Gas Natural no excede los 25 m/s.



La tubería y/o tubo flexible en equipos dinámicos se instalarán de forma más directa, con las medidas de protección adecuadas para resistir expansión, contracción, vibración, golpes y asentamiento del suelo.

Las tuberías instaladas arriba del nivel del piso estarán protegidas contra daños mecánicos y corrosión atmosférica.

Las uniones y/o conexiones roscadas y/o bridadas deben estar en un lugar accesible para su inspección y mantenimiento.

Alta Presión:

En la recepción de gas natural, este llegará en remolques de GNC al Equipo de Descompresión, por medio de una manguera especial la cual se conecta con una tubería de acero Inoxidable sin costura, también conocida como “seamless”, el cual es un tubo de acero inoxidable extraído que no tiene cordón de soldadura en su interior y se fabrica generalmente en tipo 316 o 316L, bajo en carbón.

El equipo de descompresión tiene una capacidad de 2000 Sm³/h y cuenta con sensores para monitorear presión y temperatura en cada etapa de la descompresión.

Las obras mecánicas se iniciarán en la Estación de Medición (EM), la cual será construida, suministrada e instalada por la empresa distribuidora del gas natural local, cumpliendo con las especificaciones y diseños de su propiedad.

El equipo de descompresión de GNC reducirá la presión del gas y lo dirigirá a la Estación de Medición (integrada en el PRS), la cual realizará la medición del gas que será entregado al cliente a una presión de 7.14 kg/cm² (101.52 Psi).

La presión de diseño de las tuberías de alta presión debe ser al menos 10% mayor a la presión máxima de operación.

Se usarán bridas o conexiones de Ac. Inoxidable en líneas de alta presión, compatibles con la presión de operación de la tubería y no se permitirá su uso en líneas que queden enterradas sin ser registrables para su inspección y mantenimiento.

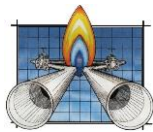
Como medida de seguridad, las instalaciones contemplan el uso de manómetros (indicadores de presión) en los puntos siguientes:

- Estación de Medición
- Equipo de Descompresión

Los manómetros serán capaces de medir por lo menos 1.2 (uno punto dos) veces la presión de disparo del dispositivo de relevo de presión del sistema.

➤ Pruebas de tubería.

Se deben realizar pruebas radiográficas en el 100% de las soldaduras, las que por complicación geométrica no puedan ser radiografiadas, se les aplicará la prueba de líquidos penetrantes o partículas magnéticas por un laboratorio acreditado.



La tubería, tubos flexibles, conectores y componentes deben ser capaces de soportar una prueba neumática con presión de 1.1 veces la presión de operación como mínimo, sin que se presente fuga.

Todas las tuberías deberán estar identificadas de acuerdo con la **NOM-026-STPS-2008**, indicando sentido de flujo, presión de trabajo y contenido del fluido.

No se usarán los materiales siguientes en la instalación de la Terminal:

- Tubos, conectores y componentes de plástico para servicio de alta presión.
- Tubos y conectores galvanizados.
- Tubo, tubo flexible y conectores de aluminio.
- Aleaciones de cobre con más de 70% de cobre, y conectores, codos y otros componentes de fierro colado.

Las válvulas, empaques de válvulas y material de empaque serán los adecuados para soportar gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales estarán sujetas bajo condiciones de operación. Las válvulas supresoras de flujo accionarán a una presión menor que la que soporta la tubería en la que se encuentren instaladas.

➤ **Soldadura.**

La calificación de los soldadores para tuberías en Estaciones, de acuerdo con lo establecido en el código ASME B31.8: "Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución de Gas", deben realizarse bajo los requerimientos de ensayos mecánicos destructivos indicados en la NORM-API-1104.

➤ **Protección para tuberías.**

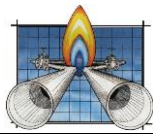
Todas las tuberías deberán estar eléctricamente aisladas, tanto en sus conexiones como en soportería, para evitar la degradación por corrientes galvánicas, con un material dieléctrico apropiado para cada servicio.

La tubería bajo la superficie del terreno puede estar enterrada, instalada dentro de una trinchera o encamisada. En el caso de tubería enterrada, ésta debe de contar con un sistema de control de la corrosión externa de acuerdo con el Apéndice II de la **NOM-003-ASEA-2016**, o aquella que la cancele o sustituya.

Las conexiones de tuberías enterradas deben ser soldadas, no se deben utilizar conexiones roscadas o bridadas en tuberías enterradas.

A excepción de la tubería de acero inoxidable, todas las demás tuberías deberán ser protegidas contra la corrosión, con una capa de pintura primer y 2 capas de pintura esmalte, de acuerdo con el código de colores establecido en la **NOM-026-STPS-2008**.

Las tuberías de acero que no estén galvanizadas deberán estar convenientemente protegidas contra la corrosión, mientras que ello no será necesario para tuberías de acero inoxidable o de cobre. Para realizar una correcta protección contra la corrosión de tuberías se ha de realizar, como mínimo, lo siguiente:



- Limpieza mecánica o manual para desprender el óxido y la suciedad adherida.
- Cepillado y desengrasado de la tubería.
- Aplicación de una capa de primer.
- Aplicación de dos capas de pintura de acabado para exteriores.

Se deberá revisar y realizar el mantenimiento de las tuberías con la frecuencia necesaria de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar, consistente en aplicación de pintura esmalte a todo el recubrimiento de tuberías y válvulas, para evitar la corrosión, tal como lo indica el Apéndice II de la **NOM-003-ASEA-2016**, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o subterráneas .y la señalización según lo indicado en la **NOM-026-STPS-2008**, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Así también se deberá garantizar que las tuberías de acero al carbón como las de acero inoxidable no tengan contacto con tierra física para evitar degradación del espesor del material, es decir que los soportes tengan un buen material dieléctrico que aisle la tubería en toda su trayectoria de la tierra física.



VIII.3. Recomendaciones Técnico Operativas.

Tabla 1. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.

No.	Recomendación	Id. Del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R1	Verificar el llenado de tanques y considerar la capacitación de los operadores en las actividades de carga y descarga.	Nodo 1	Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	Escenario 1	Fuga de Gas Natural en el Panel de Decantación y Equipo de descompresión	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R2	Supervisar las actividades de descarga de GNC.		Elemento X.- Control de actividades y procesos.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R3	Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.		Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento. Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B
R4	Verificar que el equipo de descompresión o panel de decantación cuente con un dispositivo de ruptura.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B
R5	Asignar código de identificación al Procedimiento de emergencias por fuga y asegurarse que los Procedimientos se encuentren dentro de su Sistema de Gestión.		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B
R6	Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D
R7	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D
R8	Asegurar la aplicación del		Elemento XI.- Integridad Mecánica			GNC	C



No.	Recomendación	Id. Del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
	programa de mantenimiento para los elementos que componen los tanques del contenedor móvil.		y aseguramiento de la Calidad.			Hidrocarburos, S.A. de C.V.	
R9	Verificar que se cuente con aislamiento térmico en los elementos del sistema.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R10	Asegurar que en los procedimientos de emergencia, se consideren los eventos externos, como por ejemplo un incendio, donde deberán parar operaciones de descarga y alejar el contenedor móvil (camión) a una zona segura.		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R11	Contar con un certificado de fabricación que demuestre el cumplimiento de las Normas Aplicables para la tecnología empleada; materiales y accesorios.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R12	Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.	Nodo 2	Elemento X.- Control de actividades y procesos. Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Escenarios 2, 3 y 4	Fuga de Gas Natural en el Equipo de descompresión	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D
R13	Considerar la instalación de una planta auxiliar de energía eléctrica y elaborar un procedimiento para actuar durante el desabasto de energía eléctrica en la Terminal.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R14	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo al sistema de tierras		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C



No.	Recomendación	Id. Del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
	físicas y pararrayos.		y aseguramiento de la Calidad.				
R15	Asegurar la Inspección periódica y aplicación del programa de mantenimiento preventivo al sistema de aislamiento térmico de las tuberías del sistema.	Nodo 3	Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R16	Considerar la colocación de señalización correspondiente a la leyenda Normalmente abierta - Normalmente cerrada, para válvulas.	Nodo 4	Elemento X.- Control de actividades y procesos. Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Escenarios 5 y 6	Fuga de Gas Natural en el Área de la Estación de Medición	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C
R17	Supervisar los trabajos de mantenimiento a la Terminal.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	c
R18	Asegurar la aplicación del recubrimiento anticorrosivo al sistema de tuberías.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	c

Así mismo, se adicionan las siguientes recomendaciones generales que el promovente deberá tomar en cuenta para la gestión de riesgos:

- R19.- Considerar la atención de las observaciones y/o comentarios realizados en la Lista de Verificación desarrollada para el Análisis Preliminar de Peligros.
- R20.- Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).
- R21.- El Análisis de Riesgos deberá evaluarse cada 5 años, previo al inicio, previo a un desmantelamiento o cuando ocurran accidentes.
- R22.- El Análisis de Riesgos se deberá actualizar en caso de modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o Permiso otorgado o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo del Proyecto.



Tabla 2. Programa para la implementación de las Recomendaciones.

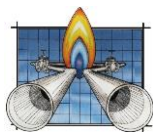
No.	Recomendación	Id. Del nodo	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
			No.	Descripción			
R1	Verificar el llenado de tanques y considerar la capacitación de los operadores en las actividades de carga y descarga.	Nodo 1	Escenario 1	Fuga de Gas Natural en el Panel de Decantación y Equipo de descompresión	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R2	Supervisar las actividades de descarga de GNC.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R3	Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B	Durante la siguiente etapa del proyecto
R4	Verificar que el equipo de descompresión o panel de decantación cuente con un dispositivo de ruptura.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B	Durante la siguiente etapa del proyecto
R5	Asignar código de identificación al Procedimiento de emergencias por fuga y asegurarse que los Procedimientos se encuentren dentro de su Sistema de Gestión.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	B	Durante la siguiente etapa del proyecto
R6	Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D	Durante la siguiente etapa del proyecto
R7	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D	Durante la siguiente etapa del proyecto
R8	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento para los elementos que componen los				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto



No.	Recomendación	Id. Del nodo	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
			No.	Descripción			
	tanques del contenedor móvil.						
R9	Verificar que se cuente con aislamiento térmico en los elementos del sistema.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R10	Asegurar que en los procedimientos de emergencia, se consideren los eventos externos, como por ejemplo un incendio, donde deberán parar operaciones de descarga y alejar el contenedor móvil (camión) a una zona segura.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R11	Contar con un certificado de fabricación que demuestre el cumplimiento de las Normas Aplicables para la tecnología empleada; materiales y accesorios.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R12	Colocar letreros que especifiquen las condiciones de operación del equipo y las instrucciones de trabajo para realizar con seguridad el Procedimiento de descarga de GNC.	Nodo 2	Escenarios 2, 3 y 4	Fuga de Gas Natural en el Equipo de descompresión	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	D	Durante la siguiente etapa del proyecto
R13	Considerar la instalación de una planta auxiliar de energía eléctrica y elaborar un procedimiento para actuar durante el desabasto de energía eléctrica en la Terminal.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R14	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo al sistema de tierras físicas y pararrayos.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R15	Asegurar la Inspección periódica y aplicación del programa de	Nodo 3			GNC Hidrocarburos,	C	Durante la siguiente etapa del proyecto

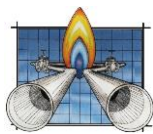


No.	Recomendación	Id. Del nodo	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
			No.	Descripción			
	mantenimiento preventivo al sistema de aislamiento térmico de las tuberías del sistema.				S.A. de C.V.		
R16	Considerar la colocación de señalización correspondiente a la leyenda Normalmente abierta - Normalmente cerrada, para válvulas.	Nodo 4	Escenarios 5 y 6	Fuga de Gas Natural en el Área de la Estación de Medición	GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R17	Supervisar los trabajos de mantenimiento a la Terminal.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R18	Asegurar la aplicación del recubrimiento anticorrosivo al sistema de tuberías.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	C	Durante la siguiente etapa del proyecto
R19	Considerar la atención de las observaciones y/o comentarios realizados en la Lista de Verificación desarrollada para el Análisis Preliminar de Peligros.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	No Aplica	Durante la siguiente etapa del proyecto
R20	Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	No Aplica	Durante la etapa de operación
R21	El Análisis de Riesgos deberá evaluarse cada 5 años, previo al inicio, previo a un desmantelamiento o cuando ocurran accidentes.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	No Aplica	Cuando Aplique
R22	El Análisis de Riesgos se deberá actualizar en caso de modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o Permiso otorgado o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo del Proyecto.				GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.	No Aplica	Cuando Aplique



Índice

IX. CONCLUSIONES.	2
------------------------	---



IX. CONCLUSIONES.

El presente Análisis de Riesgo realizado a la Terminal de Descarga HISENSE, se apega a lo requerido en la “Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)”.

El ARSH llevó a la conclusión de que los riesgos mayores en la Terminal, es la ocurrencia de incendio y explosión por fuga de Gas Natural, lo anterior derivado de fallas de instrumentación o equipos, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, así como a las condiciones de operación, por lo que las medidas de prevención y control que se instauraron en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante durante la operación de la Terminal.

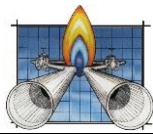
El riesgo existente en la actividad realizada (Descarga y Descompresión de Gas Natural) es evidente, mismo que es controlable y puede ser posible su reducción poniendo especial atención en las actividades de mantenimiento y supervisión constante en la operación de las instalaciones de la Terminal. Aunado a lo anterior, los aspectos constructivos que aseguren al sistema una integridad funcional alta y aceptable, la correcta aplicación de los procedimientos y/o programas de operación y mantenimiento que la promovente tiene establecidos para la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería en la operación, permitirá que se pueda realizar una mejora continua, además, estas ayudarán a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pudiera presentar.

Con la aplicación de la metodología HAZOP se identificaron y evaluaron los escenarios (desviaciones) de riesgo con diferente grado de importancia, los cuales pueden causar daños al personal, impacto ambiental y daños a la instalación. Los resultados se distribuyen de la siguiente manera:

- 9 escenarios (17 %) de nivel Bajo catalogado como Riesgo aceptable sin revisión.
- 39 escenarios (75 %) de nivel Medio que se catalogan como Riesgo aceptable con revisión.
- 4 escenarios (8 %) de nivel Serio que se catalogan como Riesgo indeseable.

Así mismo, se aplicó un análisis cuantitativo (Árbol de Fallas), con el fin de obtener de manera cuantitativa, la probabilidad de ocurrencia de las fallas o desviaciones con nivel de riesgo serio, identificadas en la metodología cualitativa. Posteriormente, los resultados de estas metodologías sirvieron de base para determinar los posibles escenarios de riesgo en la instalación y efectuar el análisis de consecuencias.

Las simulaciones consideradas en el ARSH, dan como resultado que pueden presentarse eventos por fugas que derivan en un incendio y/o explosión del combustible, mismas que tendrían afectaciones de alto riesgo a las instalaciones propias de la Terminal, y posiblemente sobre las áreas de la Planta HISENSE que se encontrará dentro de las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) de los eventos simulados, debido a los radios resultantes de los escenarios, E1-N01-PC-TD_HIS (CHOF y UVCE) y E3-N02-PC-TD_HIS (CHOF y UVCE), mismos que obtuvieron los mayores radios de afectación y peores consecuencias para las instalaciones, donde el alcance de las ZAR para incendio y explosión del Escenario 1, fue de 117.80 y 348.46 m de distancia, respectivamente y para el Escenario 3, su alcance de la ZAR para Incendio (CHOF) fue de 114.57, y BLEVE de 169.54 m, mientras que para el evento de explosión fue de 205.81 m, mismos radios que abarcan por completo las instalaciones de la Terminal y las áreas y/o instalaciones de la Planta HISENSE donde quedará inserto el proyecto.



Referente a las simulaciones E4-N02-CMP-TD_HIS y E6-N04-CMP-TD_HIS, los radios de afectación tienen alcances principalmente sobre la propia Terminal, mismos que presentan consecuencias poco graves.

De lo anterior, es importante mencionar que de acuerdo con la ponderación empleada en el análisis cualitativo (de acuerdo a la Matriz de Riesgos) y en el análisis cuantitativo (Árbol de fallas), los escenarios más catastróficos (Peor caso - PC), tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia y los escenarios menos catastróficos (Caso Más Probable - CMP), representan una probabilidad de ocurrencia media.

Es importante señalar, que para las simulaciones se consideraron las máximas condiciones de operación y los peores escenarios y circunstancias atmosféricas, por lo que dichos resultados representarán las consecuencias y afectaciones más catastróficas que pudieran ocurrir en la Terminal.

Para realizar el análisis de consecuencias, se asumieron los criterios bajo consenso del equipo de análisis de riesgo, así como los criterios propuestos en la “Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)”.

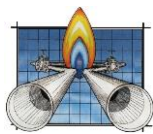
Una vez revisados los valores / índices de frecuencia y gravedad del Análisis cualitativo y considerando los resultados de Análisis Detallado de Frecuencias y Análisis de Consecuencias, resulta que el escenario E1-N01-PC-TD_HIS representa el Peor Caso (caso más catastrófico) que pudiera ocurrir en la Terminal de Descarga y el escenario E6-N04-CMP-TD_HIS corresponde al Caso Más Probable (escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia).

Cabe recalcar, que las medidas de seguridad tanto de diseño, como de operación y los planes, programas y/o procedimientos con que cuenta o contará la instalación del proyecto, harán que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente.



Índice

X. RESUMEN EJECUTIVO.	2
X.1. Resumen del Proyecto.	2
X.2. Informe Técnico.	4



X. RESUMEN EJECUTIVO.

X.1. Resumen del Proyecto.

El presente proyecto consiste en el diseño ejecutivo para la construcción, instalación y operación de la Terminal de Descarga HISENSE (**PROYECTO**), propiedad de GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V., la cual será utilizada para descomprimir el Gas Natural (GNC) almacenado en los tanques del contenedor móvil (camiones/tráileres), con el fin de suministrar Gas Natural para uso de la Planta HISENSE.

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

La Terminal de Descarga tendrá la capacidad de recibir el Gas Natural Comprimido a través de los transportes viales con tanques Contenedores de GNC, los cuales son llenados con Gas Natural en la Estación Madre. Los tanques son descargados a través del panel de decantación de descarga (alta presión de aproximadamente 253 kg/cm^2 (3600 Psi)), mediante mangueras especiales que alimentan al equipo de descompresión de la Terminal (Estación Hija). El equipo de descompresión reduce la Presión y Alto flujo a través de válvulas reguladoras hasta 7.14 kg/cm^2 (101.52Psi), permitiendo a la vez que el flujo no sea afectado.

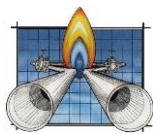
Una vez que la presión es reducida y como la diferencia de presión es muy significativa, el gas puede alcanzar una temperatura de congelamiento en la descarga de la unidad de descompresión, requiriendo un equipo de calentamiento que eleve la temperatura del gas por medio de circulación de agua caliente en la trayectoria de la tubería de descarga a través de un serpentín. El equipo utilizado para este propósito se llama Modulo de Control de Calentamiento (HCM), que es simplemente un boiler que calienta un circuito de agua y por transferencia de calor, evita el congelamiento de los componentes y tuberías del equipo de descompresión.

La instalación de la Terminal de Descarga ocupará una superficie de 426.00 m^2 , distribuida de la siguiente manera:

- Área de equipos: 19.50 m^2
- Área de descarga: 226.20 m^2
- Área de servicios: 39.24 m^2
- Área de circulación peatonal: 137.14 m^2
- Área de estación de medición: 3.92 m^2
- Área Total de la TD: 426.00 m^2

Para el presente Análisis de Riesgos se emplearon las siguientes metodologías y herramientas:

- HAZOP, para determinar las desviaciones (escenarios) de mayor riesgo en las instalaciones, mismas que pueden repercutir en eventos de riesgo con potencial de daño a la infraestructura y al medio ambiente.
- Matriz de Riesgos, para realizar la Jerarquización de los riesgos determinados en el análisis cualitativo.
- Árbol de fallas, para la estimación de la frecuencia cuantitativa de los escenarios ubicados en zonas de riesgo "ALARP" o "No Tolerable" del análisis cualitativo de riesgos.
- Software PHAST versión 6.7, para realizar los análisis de consecuencias de los escenarios de simulación propuestos.



Respecto a los resultados de las hojas de trabajo para los 4 nodos analizados mediante la metodología HAZOP, se encontraron un total de 52 desviaciones (escenarios) para posibles causas que originan la desviación, así mismo, entre estas se identificaron 9 escenarios con categoría de riesgo Bajo catalogado como Riesgo aceptable sin revisión, 39 de nivel Medio que se catalogan como Riesgo aceptable con revisión y 4 escenarios de riesgo Serio catalogado como Riesgo Indeseable.

Una vez revisados los valores / índices de frecuencia y gravedad del Análisis cualitativo y considerando los resultados de Análisis Detallado de Frecuencias y Análisis de Consecuencias, resulta que el escenario E1-N01-PC-TD_HIS representa el Peor Caso (caso más catastrófico) que pudiera ocurrir en la Terminal de Descarga y el escenario E6-N04-CMP-TD_HIS corresponde al Caso Más Probable (escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia).

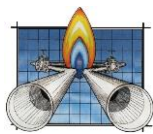
De lo anterior, es importante que la promovente implemente y considere las recomendaciones derivadas del análisis HAZOP, donde las más significativas para el estudio y las cuales resultaron de las desviaciones que dieron origen a los Escenarios de Riesgo seleccionados para simulación, son los siguientes:

- R1 Verificar el llenado de tanques y considerar la capacitación de los operadores en las actividades de carga y descarga.
- R2 Supervisar las actividades de descarga de GNC.
- R3 Asegurarse que el personal de seguridad, encargado de la Terminal, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.
- R4 Verificar que el equipo de descompresión o panel de decantación cuente con un dispositivo de ruptura.
- R5 Asignar código de identificación al Procedimiento de emergencias por fuga y asegurarse que los Procedimientos se encuentren dentro de su Sistema de Gestión.
- R6 Tener una bitácora de la revisión diaria de las instalaciones, previo al arranque de operaciones.
- R7 Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los accesorios e instrumentación del sistema.

El presente Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH) realizado a la Terminal de Descarga HISENSE, se apega a lo requerido en la “Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)”.

El ARSH llevó a la conclusión de que los riesgos mayores en la Terminal, es la ocurrencia de incendio y explosión por fuga de Gas Natural, lo anterior derivado de fallas de instrumentación o equipos, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, así como a las condiciones de operación, por lo que las medidas de prevención y control que se instauraron en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante durante la operación de la Terminal.

Así mismo, es importante mencionar que de acuerdo con la ponderación empleada en el análisis cualitativo (de acuerdo a la Matriz de Riesgos) y en el análisis cuantitativo (Árbol de fallas), los escenarios más catastróficos (Peor caso - PC), tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia y los escenarios menos catastróficos (Caso Más Probable - CMP), representan una probabilidad de ocurrencia media.



Por lo antes mencionado, los riesgos existentes en la instalación son evidentes, mismos que son controlables y de ser posible su reducción poniendo especial atención en las actividades de mantenimiento y supervisión constante en las actividades de operación. Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, ayudarán a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pueda llegar a presentar.

La promovente tendrá que contar con la verificación de la integridad mecánica y de operación de la instalación con apego a la normativa, por una UV acreditada y aprobada por la Comisión Reguladora de Energía y la EMA, lo que asegura y reduce los riesgos por fallas en los componentes e instrumentación de la instalación.

En base a lo anterior, se concluye que existe la factibilidad técnica para el diseño, construcción y operación de la instalación.

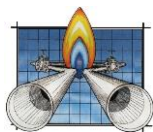
X.2. Informe Técnico.

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

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

Datos Generales del Regulado

Fecha de Ingreso:		
DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO*		
Nombre de la Empresa: Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V		
Nombre de la persona responsable: Ing. Raúl García Meraz		Cargo: Gerente Técnico
DATOS GENERALES DEL REGULADO		
CURR: N/D	R.F.C.: GH130321CK7	
Nombre, razón o denominación social: GNC Hidrocarburos, S.A. de C.V.		
Nombre del Proyecto: "Terminal de Descarga HISENSE".		
Objeto de la Instalación o Proyecto: Descompresión de gas natural para suministro a usuarios finales.		
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES		
[Redacted]		[Redacted]
[Redacted]		[Redacted]
[Redacted]		[Redacted]
Código Postal: No Disponible		
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES		
[Redacted]		[Redacted]
[Redacted]		[Redacted]
[Redacted]		[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]



Nombre del Representante del Regulado: Ing. José de Jesús Meza Muñiz					
Cargo: Gerente General					
ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA)					
a	Reconocimiento, exploración superficial, exploración y extracción de Hidrocarburos	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo	c	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución y expendio de gas natural
				d	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo
				e	Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos
				f	Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos, producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo

USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA					
Agrícola	N/A	Rural	X	Habitacional	N/A
Comercial	N/A	Mixto	N/A	Industrial	X
EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS					
Zona industrial	N/A	Zona habitacional	N/A	Zona suburbana	N/A
Parque industrial	N/A	Zona urbana	N/A	Zona rural	X
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA			SUPERFICIE		
Coordenadas UTM X: Coordenadas UTM Y: 			Requerida: 426.00 m ² Total: 426.00 m ²		

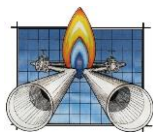
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

N/A= No aplica.

N/D= No disponible.

Sustancias manejadas

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad de la unidad mayor
				C	R	E	T	I	
1	E1-N01-PC-TD_HIS	Gas natural	8006-14-2						2,000 Sm ³ /h
2	E2-N02-CMP-TD_HIS					X		X	
3	E3-N02-PC-TD_HIS								



No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad de la unidad mayor
				C	R	E	T	I	
4	E4-N02-CMP-TD_HIS								
5	E5-N04-PC-TD_HIS								
6	E6-N04-CMP-TD_HIS								



Identificación y clasificación de riesgos

No.	Clave del escenario	Accidente Hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos	Componente ambiental afectado
		Fuga	Derrame	Radiación térmica	Sobrepresión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso		
						Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
1	E1-N01-PC-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Panel de Decantación	HAZOP	Aire y suelo
2	E2-N02-CMP-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Equipo de descompresión	HAZOP	Aire y suelo
3	E3-N02-PC-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Equipo de descompresión	HAZOP	Aire y suelo
4	E4-N02-CMP-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Equipo de descompresión	HAZOP	Aire y suelo
5	E5-N04-PC-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Estación de medición	HAZOP	Aire y suelo
6	E6-N04-CMP-TD_HIS	✓	N/A	✓	✓	N/A	✓	N/A	N/A	Estación de medición	HAZOP	Aire y suelo

N/A= No aplica.



Criterios para la estimación de consecuencias

No.	Clave del escenario	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Inventario total liberado (m³/s, m³ o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad	Tiempo de fuga (s)
			Masiva	Continua	Cantidad	Unidad						
1	E1-N01-PC-TD_HIS	Peor Caso	N/A	✓	3,800.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60
2	E2-N02-CMP-TD_HIS	Caso más probable	N/A	✓	500.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60
3	E3-N02-PC-TD_HIS	Peor Caso	N/A	✓	3,120.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60
4	E4-N02-CMP-TD_HIS	Caso más probable	N/A	✓	125.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60
5	E5-N04-PC-TD_HIS	Peor Caso	N/A	✓	600.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60
6	E6-N04-CMP-TD_HIS	Caso más probable	N/A	✓	24.00 kg	Kg	Gas	PHAST 6.7	4.9	F	64.61%	60

N/A= No aplica.



Resultados de la estimación de consecuencias

No.	Clave del escenario	Dispersión tóxica			Radiación térmica			Sobrepresión		
		IDHL	TLV8h	TLV15 min	1.4 kW/m ²	5 kW/m ²	12.5 - 37.5 kW/m ²	0.5 psi	1.0 psi	3 - 10 psi
1	E1-N01-PC-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 163.61 m	CHOF: 117.80 m	CHOF: 98.45 - 83.26 m	UVCE: 392.46 m	UVCE: 348.46 m	UVCE: 313.38 - 296.34 m
2	E2-N02-CMP-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 65.67 m	CHOF: 47.90 m	CHOF: 40.45 - 32.80 m	UVCE: 104.10 m	UVCE: 90.76 m	UVCE: 80.12 - 74.95 m
3	E3-N02-PC-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 163.59 m BLEVE: 315.21 m	CHOF: 114.57 m BLEVE: 169.54 m	CHOF: 93.41 - 73.29 m BLEVE: 104.09 - 48.43 m	UVCE: 241.69 m	UVCE: 205.81 m	UVCE: 202.83 - 201.388 m
4	E4-N02-CMP-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 31.09 m	CHOF: 23.85 m	CHOF: 20.49 - 16.85 m	UVCE: 34.48 m	UVCE: 28.81 m	UVCE: 24.29 - 22.10 m
5	E5-N04-PC-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 72.59 m	CHOF: 52.69 m	CHOF: 44.37 - 35.82 m	UVCE: 108.40 m	UVCE: 93.38 m	UVCE: 81.40 - 75.58 m
6	E6-N04-CMP-TD_HIS	N/A	N/A	N/A	CHOF: 11.75 m	CHOF: 9.38 m	CHOF: 7.70 - N/R m	N/A	N/A	N/A

N/A= No aplica.

CHOF: Chorro de fuego o Jet fire, BLEVE: Bola de fuego o fire ball y UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada. NR: No reacciona.