

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 10 |

Contenido

| | |
|--|----------|
| I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| I.1. CRITERIOS Y NORMAS CONSIDERADAS EN LAS BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO. | 4 |
| I.2. PROYECTO Y/O INSTALACIÓN..... | 5 |
| I.2.1 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES. | 5 |
| I.3. DUCTOS..... | 7 |
| I.4 SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES O CAUSADOS POR EL HOMBRE, EFECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS. | 7 |
| I.4.1. AMENAZAS NATURALES | 8 |
| I.4.2. AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS | 10 |

Tablas

| | |
|--|---|
| Tabla I.1 Coordenadas UTM del Proyecto. | 3 |
| Tabla I.2 Características de la E.R.M..... | 6 |
| Tabla I.3 Características del Ducto. | 6 |
| Tabla I.4 Especificaciones y condiciones de operación del Ducto de 12” Ø. | 7 |

Figura

| | |
|--|---|
| Figura I.1. Ubicación del Proyecto. | 2 |
|--|---|

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 10 |

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la reubicación, construcción y montaje mecánico de la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural (E.R.M.) City Gate, y un gasoducto de 12"Ø de Acero al carbón, especificación API 5L, que pertenece a Gas Natural del Puerto de Altamira, S.A. de C.V. (GNPIA), en el estado de Tamaulipas. El Gasoducto de 48" Cactus - San Fernando, propiedad del Centro Nacional de Control de Gas (CENAGAS), sufrió una modificación en la trayectoria original, por lo que la ubicación de la E.R.M. tiene que ser modificada, incluye las diferentes secciones que son Filtrado, Medición y Regulación, interconexión al ducto de 48" Cactus-San Fernando, así mismo, el proyecto contempla la un ducto de 12" de diámetro e interconexión del sistema de distribución de gas de GNPIA. Es importante mencionar, que el proyecto está enfocado a la etapa de Diseño (de acuerdo con la Ingeniería Básica Extendida). Dicho proyecto se localiza en Altamira, Tamaulipas, México (Ver Figura I.1).

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



Figura I.1 Ubicación del Proyecto.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 10 |

El Gas Natural será proporcionado desde el ducto propiedad del Centro Nacional del Control de Gas Natural (CENAGAS) de 48” Ø denominado “Cactus - San Fernando”, dirigiéndose 18.043 m desde la Válvula Troncal hacia la Estación de Regulación y Medición (E.R.M). A la salida de la E.R.M. se

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

En la **Tabla I.1** se presentan las coordenadas de los vértices que comprenden el Trayecto del Proyecto, la ubicación de la E.R.M. City Gate e Interconexiones. Para mayor detalle **Ver Anexo 1. Planos de la Instalación (Plano T-601).**

Tabla I.1 Coordenadas UTM del Proyecto.

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

V = Vértices de la Trayectoria del Proyecto
I.P = Punto de Inicio de los trabajos por perforación direccional
T.P = Punto de termino de los trabajos por perforación direccional.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 10 |

Vida útil.

En base a la experiencia acumulada de la empresa Promovente, el proyecto se diseñó para una vida útil de al menos 20 años en estado de operación, sin embargo, este periodo de tiempo puede ser modificado hacia una vida mayor considerando el mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo de la infraestructura a instalar.

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, MONTO DE INVERSIÓN, ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP

Flujo.

El flujo mínimo de Gas Natural que será manejado es de 107 923 m³/día, el flujo de operación será de 253.124 m³/día y el flujo máximo será de 323,961 m³/día.

I.1. CRITERIOS Y NORMAS CONSIDERADAS EN LAS BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Ingeniería para la reubicación, fabricación y el montaje mecánico de la E.R.M. con sus diferentes secciones que son: Filtrado, Medición y Regulación, así como el gasoducto de 12”, estarán dentro de los márgenes de seguridad y eficiencia recomendados en los códigos, normas, procedimientos y prácticas de ingeniería, dentro de los parámetros establecidos en los datos de diseño se mencionan los siguientes:

NORMAS NACIONALES

- **Normas Oficiales Mexicanas**

| | |
|-------------------|---|
| NOM-007-ASEA-2016 | Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos. |
| NOM-018-STPS-2000 | Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. |
| NOM-022-STPS-2008 | Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad. |

CÓDIGOS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES INTERNACIONALES

- **ASTM - American Society of Testing Materials**

| | |
|-----------|--|
| ASTM-53 | Especifica las propiedades y características físicas de la tubería de acero al carbón en las que se considera el peso del tubo, espesor de pared, etc. |
| ASTM-A105 | Especifica las propiedades y características físicas de bridas y conexiones forjadas, fabricadas en acero al carbón. |

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 10 |

- ASTM-A234 Norma las propiedades y características físicas de conexiones de acero al carbón, expuestas a medianas y altas temperaturas.
- ASTM-A193 Norma las propiedades y características físicas de tuercas y espárragos fabricados con acero al carbón, expuestos a altas temperaturas.
- ASTM-A194 Norma las propiedades y características físicas de aceros combinados y acero al carbón utilizados en la fabricación de tuercas y espárragos, expuestos a altas temperaturas y altas presiones.
- ASTM-A216 Norma las propiedades y características físicas de la fundición del material.

- **ASME - American Society of Mechanical Engineers**

ASME B31.8 Gas Transmissions and distribution piping systems.

- **API - American Petroleum Institute**

- **ANSI - American National Standards Institute**

I.2. PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.

I.2.1 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES.

El Proyecto incluye las siguientes Instalaciones:

- Estación de Regulación y Medición.
 - Sistema de Filtrado
 - Sistema de Medición
 - Sistema de Regulación
- Gasoducto de Transporte.
 - Ducto de 12” de diámetro de acero al carbón y especificación API 5L, con longitud de 274.527 metros.

Los sistemas de la Estación de Regulación y Medición se encuentran constituidos de diferentes elementos y/o equipos como:

| Equipo | Función |
|--|--|
| Válvula de corte automático SHUT-OFF | Interrumpir el flujo en forma total y rápida del flujo de gas cuando la presión varía de forma drástica en el gasoducto. |
| Filtro coalescedor | Separar líquidos y sólidos de gas natural. |
| Regulador EZR SLAM SHUT (regulador monitor) | Regular la presión de entrega del GN. |
| Regulador EZR (regulador working) | Hacer una segunda regulación para obtener un sistema que trabaje en condiciones de operación estables, es decir que |

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 10 |

| Equipo | Función |
|---|---|
| | no existan variaciones grandes de presión y flujo. |
| Elemento primario de medición tipo turbina FX-201 | Medición de gas. |
| Transmisor de presión | Censa la presión por medio de un tubing de ½” diámetro NPT y mandan una señal en protocolo HART de 4 a 20 mAmp, con sello para el diafragma y silicón, preparados para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad. |
| Transmisor de temperatura con termopozo | Medición de la temperatura en el segundo tercio del diámetro de la tubería por medio de cables transfiere la medición de temperatura a un transmisor de temperatura TI-201 Y TI-21A, este transmisor manda una señal en protocolo HART de 4 a 20 mAmp, con sello, preparado para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad. |
| Computador | Realiza los cálculos necesarios para poder enviar las señales de las condiciones de operación del sistema. |

A continuación se presentan las características de la E.R.M. y Ducto comprendidos en el Proyecto, donde se especifica la clave de identificación, dimensiones, condiciones de operación, entre otros (Ver Tablas I.2. y I.3).

Tabla I.2 Características de la E.R.M.

| Descripción | TAG | Año de fabricación* | Código de diseño | Presión kg/cm ² | | | Temperatura °C | | | Ubicación |
|----------------------|-------------|---------------------|------------------|----------------------------|--------|------|----------------|--------|-----|-----------------------|
| | | | | Min | Normal | Max | Min | Normal | Max | |
| E.R.M. City Gate | ---- | --- | ---- | 45 | --- | 71.5 | --- | 20 | --- | Área de recepción |
| Filtro coalescedor | FG-01 | --- | ASTM | 45 | --- | 71.5 | --- | 20 | --- | Sección de filtrado |
| Medidor de Flujo | FX-201/201A | --- | ASTM | 45 | --- | 71.5 | --- | 20 | --- | Sección de medición |
| Válvulas reguladoras | PCV.201/204 | --- | ---- | --- | 19 | 21 | --- | 20 | --- | Sección de Regulación |

Tabla I.3 Características del Ducto.

| Instalación | Origen (Km) | Destino (Km) | Espesor (pulg) | Diámetro (pulg) | Código de diseño | Presión kg/cm ² | | | Temperatura °C | | | Ubicación |
|-------------|-------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|----------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----------|
| | | | | | | Min | Nor | Max | Min | Nor | Max | |
| Ducto | 0+000 | 0+274.527 | 0.375 | 12 | API 5L | --- | 19 | 21 | --- | 20 | --- | --- |

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 10 |

I.3. DUCTOS.

Parte esencial del proyecto es el ducto de 12 pulgadas por el que se transportará Gas Natural. El ducto se origina en la E.R.M. City Gate. La tubería tiene una tasa de flujo máximo de 323,961 m³/día, con una presión máxima de 71.5 Kg/cm² y presión mínima de 45 Kg/cm², es decir que la operación entre estos dos parámetros será correcta. En la E.R.M. la presión se regulará a 21 Kg/cm² hasta las plantas de proceso donde se consumirá el gas natural, siendo la presión de 19 kg/cm², la presión normal de operación.

El ducto tiene una longitud de 274.527 m. La tubería está recubierta externamente y protegida catódicamente para evitar la corrosión externa. El ducto cumplirá con las especificaciones API 5L X 52; 239.3 m de la Trayectoria será instalada por perforación direccional.

A continuación se muestran las características del ducto:

Tabla I.4 Especificaciones y condiciones de operación del Ducto de 12” Ø.

| | |
|--|-----------------------------|
| Diámetro Nominal | 12 pulgadas |
| Longitud total | 274.527 m |
| Longitud de tramo para perforación direccional | 239.300 m |
| Material y especificaciones | Acero al carbón API-5L X 52 |
| Presión Máxima de Operación (salida de la E.R.M. - ducto) | 21 kg/cm ² |
| Presión Normal de Operación (salida de la E.R.M. - ducto) | 19 kg/cm ² |
| Temperatura de Operación | 20°C (293.15° K) |
| Flujo Máximo de Operación | 323,961 m ³ /día |
| Flujo Normal de Operación | 253.124 m ³ /día |

I.4. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES O CAUSADOS POR EL HOMBRE, EFECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS.

A continuación, se presenta de manera general e introductoria, la descripción de la susceptibilidad que tiene la zona del proyecto a enfrentarse con fenómenos naturales o antrópicos, así como a los efectos hidrometeorológicos adversos presentes en la región donde incide el Proyecto. Cada uno de los puntos que se mencionarán en este apartado, se presentan de manera detallada en el Capítulo III del presente estudio, el cual está relacionado a la descripción del medio físico, biótico y social, comprendido por el entorno del proyecto.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 10 |

I.4.1. AMENAZAS NATURALES

Geológicas.

En este aspecto se tienen algunos riesgos por la dinámica geomorfológica del suelo que favorece los deslizamientos en zonas de pendiente, fundamentalmente porque el material de origen geológico es en su mayoría de lutitas y areniscas del cretácico y la franja este del municipio, corresponde a suelo sedimentario y no consolidado de aluvión cuaternario.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Sismicidad. El municipio se encuentra localizado geográficamente en el noreste del país, donde se han detectado históricamente solo algunos registros de sismos de muy baja intensidad. Por lo anterior y en base a los Manuales de Comisión Federal de Electricidad relativos al tema, esta zona del territorio nacional debe ser considerada como de bajo riesgo, para el caso de sismos.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Hidrometeorológicos.

Las amenazas o peligros naturales más significativos están representados en este grupo principalmente por su régimen pluviométrico, su patrón de temperaturas, el estado de sus corrientes fluviales y su extensa línea de costa.

Ciclones tropicales. La zona se encuentra expuesta a los efectos violentos producidos por huracanes, bien sea por que éstos se adentren en su territorio o por sus trayectorias cercanas, dado que estos fenómenos naturales generan intensos vientos así como abundantes precipitaciones pluviales que suelen producir graves daños a la ciudad.

Durante los meses de Junio a Noviembre, se originan en el mar de las Antillas los ciclones tropicales, que tienen su mayor frecuencia en septiembre, con periodos de alta incidencia cada 15.5 años como promedio, en los cuales afectan las condiciones climáticas y cambian la fisonomía costera, pues muchas de sus trayectorias corren paralelas a la costa o se internan en el continente.

De acuerdo a su localización geográfica, el municipio de Altamira se encuentra en una zona que es susceptible a la presencia de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, en los últimos años los ciclones han sido el fenómeno perturbador más recurrente para el municipio, estos fenómenos al presentarse en la localidad arrastran diversos efectos naturales como el viento, la precipitación, marejadas; estos dependen de la magnitud con la que se presente el ciclón en el municipio, llegando a incidir de manera negativa en la población.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

De acuerdo al CENEPRED, la costa sur de Tamaulipas tiene el 15% de probabilidad anual que se sientan los efectos de los huracanes. Los huracanes son acompañados vientos fuertes, lluvias extremas,

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 10 |

marejadas. Con base en los datos obtenidos por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), la zona conurbada conformada por los Municipios Tampico, Madero y Altamira, tiene registro de la presencia de 25 ciclones tropicales, que han pasado por los límites Municipales a menos de 100 Km de las inmediaciones de la traza urbana. Sin embargo, sólo 15 eventos han impactado de manera directa o en las cercanías de ésta zona metropolitana.

Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Altamira, Tamaulipas, 2012.

Régimen pluviométrico. Éste presenta una precipitación total anual entre 800 y 1,200 mm. Con una moda de precipitación en el mes de septiembre de entre 80 y 160 mm, con una precipitación máxima en 24 hrs. de entre 200 y 400 mm. Lo anterior se traduce que en un periodo de 48 hrs. se puede precipitar un alto porcentaje de lo que llueve en un año, indicando esto que el municipio presenta riesgos de inundaciones, en un gran número de sitios por este fenómeno.

Inundaciones. Este municipio además de situarse a las márgenes del sistema lagunar del Río Tamesí, contiene un sinnúmero de cuerpos de agua en su interior, lo que lo hace vulnerable a inundaciones en muchos de sus sitios. Una de las partes con más riesgos de ello, es la parte oeste del municipio que colinda con el sistema lagunario del Tamesí.

El área urbana de Altamira, aproximadamente un 10% del territorio, presenta inundaciones continentales, ya sea por desbordamiento o por régimen pluviométrico, y por otro lado, cabe considerar que la parte municipal costera del Golfo de México puede presentar inundaciones por mareas de tormenta, que pueden ocurrir con la presencia de ciclones en la zona.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Patrón térmico. En este municipio suelen presentarse temperaturas extremas altas, con lo cual no se cumple con el índice de confort por temperatura aceptable, ya que las temperaturas suelen ser de entre 36 a 40°C y más en el mes de julio.

Heladas. La región ha presentado baja frecuencia de heladas. En el periodo de 1961 a 1998 se registraron solo 3 días en el mes de diciembre y 1 en enero. Las heladas en la zona se encuentran relacionadas con el clima (alta humedad), su cercanía al Golfo de México y a la latitud de su territorio, obteniendo una frecuencia en la zona entre los 0-20 días de heladas por año.

Granizadas. Las granizadas son poco frecuentes en la región, y no guardan un patrón de comportamiento definido, pero generalmente se presentan durante las precipitaciones de tipo tempestuoso en el verano. Se registran en los meses de febrero, mayo, julio y noviembre.

Neblinas. La neblina en la zona es un fenómeno que puede presentarse todo el año, siendo los meses de diciembre a mayo los de mayor incidencia, con 11.5 días en promedio cada mes 3.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Mayo 2020 |
| | HOJA | Página 10 de 10 |

Huracanes, Tormentas y Depresiones Tropicales. Durante los meses de junio a noviembre, los ciclones llegan a producir grandes daños por sus fuertes vientos hasta de más de 200 Km/hr, y sus precipitaciones cercanas a los 900 mm entre 24 y 48 horas. Los huracanes, aun cuando pasen alejados de tierra firme, ocasionan impactos por inundaciones causadas por lluvias torrenciales acompañadas por vientos extremos. La temporada de huracanes en el Atlántico se reconoce oficialmente del 1 de junio al 30 de noviembre, lapso donde se esperaría tener lluvias extremas. Si bien estos fenómenos son normales, sus efectos se ven aumentados por los fenómenos climáticos de la “Niña” y del “Niño” que son fuente de variación en los huracanes del Golfo de México y Atlántico, y llegan a ser más agresivos, extendiendo sus efectos tierra adentro. En la zona conurbada conformada por los municipios de Tampico, Madero y Altamira, se tiene registro de la presencia de 25 ciclones tropicales, que han pasado por los límites Municipales a menos de 100 Km de las inmediaciones de la traza urbana. Sin embargo, sólo 15 eventos han impactado de manera directa o en las cercanías de ésta zona metropolitana.

I.4.2. AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS

Químicas e Industriales.

En el Municipio de Altamira se tiene la presencia de instalaciones petroleras, químicas y petroquímicas, que representan riesgos para la población asentada irregularmente en los alrededores de las mismas, y es frecuente que esos habitantes sufran de molestias y daños en su salud. Por otro lado, es importante mencionar que todas las plantas industriales de este tipo instaladas en el municipio, cuentan con programas especiales para atender rápidamente cualquier emergencia al caso. Cabe señalar, que un complejo industrial siempre representa un cierto riesgo, tanto para lo interno como para las áreas externas alrededor de ellas, por lo que deberán siempre contar con programas efectivos de protección civil, para atender en forma especial a la población que habita en las proximidades de sus instalaciones industriales.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Ambientales.

El municipio presenta contaminación de agua, suelo y aire, por los contaminantes provenientes de las instalaciones petroleras e industriales en general. También sufre por los agroquímicos provenientes de actividades agropecuarias que se desarrollan en la zona, y además por las descargas de aguas residuales domésticas que no reciben tratamiento alguno, antes de llegar a su destino final.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Derivado de lo anterior, se encontró que los peligros que representan un riesgo importante para la zona de estudio, son principalmente los fenómenos Hidrometeorológicos.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 16 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO..... | 2 |
| II.1. INTRODUCCIÓN. | 2 |
| II.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES. | 2 |
| II.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO..... | 2 |
| II.3.1. SUMINISTRO DE GAS Y ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN..... | 2 |
| II.3.2. DUCTO DE SALIDA DE LA E.R.M. A REGISTRO DE INTERCONEXIÓN GNPIA..... | 4 |
| II.3.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO. | 4 |
| II.3.4. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES..... | 5 |
| II.3.5. CONDICIONES DE OPERACIÓN..... | 6 |
| II.4. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN..... | 6 |
| II.4.1. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN E.R.M. Y GASODUCTO DE 12”Ø..... | 6 |
| II.4.2. EQUIPOS DEL SISTEMA..... | 12 |

Tabla

| | |
|---|---|
| Tabla II.1. Condiciones de Operación..... | 6 |
|---|---|

Figura

| | |
|--|---|
| Figura II.1. Diagrama de Bloques del Proyecto..... | 5 |
|--|---|

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 16 |

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

II.1. INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto consiste en la reubicación, construcción y montaje mecánico de la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural (E.R.M.) City Gate y un Gasoducto de 12"Ø de Acero al carbón, especificación API 5L, que pertenece a Gas Natural del Puerto de Altamira, S.A. de C.V. (GNPIA), en el estado de Tamaulipas. El Gasoducto de 48" Cactus - San Fernando, propiedad del Centro Nacional de Control de Gas (CENAGAS), el cual sufrió una modificación en la trayectoria original, por lo que la ubicación de la E.R.M. tiene que ser modificada, incluye las diferentes secciones que son Filtrado, Medición y Regulación, sección de interconexión al ducto de 48" Cactus-San Fernando, así mismo, el proyecto contempla la construcción de un ducto de 12" de diámetro, con dirección a la interconexión del sistema de distribución de gas de GNPIA.

II.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones nuevas y existentes del Proyecto son las siguientes:

El Proyecto incluye las siguientes Instalaciones:

- Estación de Regulación y Medición.
 - Sistema de Filtrado
 - Sistema de Medición
 - Sistema de Regulación
- Gasoducto de Transporte
 - Ducto de 12" de diámetro de acero al carbón y especificación API 5L, con longitud de 274.527 metros.

II.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

II.3.1. SUMINISTRO DE GAS Y ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

El Gas Natural será proporcionado a través de la interconexión con el ducto de 48"Ø en las coordenadas Latitud Norte 22° 27' 11.33" y Longitud Oeste 97° 54' 2.18", el cual se conectará a una City Gate con un ducto de 12" Ø a una presión de 71.5 kg/cm² y se regulará a una presión máxima de 21 kg/cm² mientras que la presión normal de operación del Sistema será de 18 a 19 kg/cm².

La E.R.M. City Gate estará localizada en los límites de la franja del derecho de vía del ducto de 48"Ø, en los terrenos propiedad de API Altamira, con la válvula Troncal del Gasoducto de 48" D.N., ubicada en las coordenadas Latitud Norte 22° 27' 11.26" y Longitud Oeste 97° 54' 1.71". La E.R.M. incluye de los siguientes sistemas:

1. Una sección de filtración, que se encargará de filtrar partículas sólidas de tres micras y líquidas de gotas de tres micras o mayores.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 16 |

2. Una sección de medición de gas natural, compuesta por dos medidores de gas tipo turbina de 4” Ø clase ANSI 600#, con sus transmisores de presión y temperatura que enviarán los datos a un computador de medición de flujo.
3. Una sección de regulación, que estará compuesta por un arreglo working-monitor con reguladores tipo EZR y válvulas de corte Slam-Shut, que se encargarán de reducir la presión de entrada a la City Gate a una presión de salida para entregar a los usuarios.

La presión de suministro a la entrada de la E.R.M. pasará posteriormente a una regulación primaria que mantendrá una presión constante en el ducto que transportará gas natural a las plantas de México-Carbón y Biofilm, empresas que componen la sociedad de autoabastecimiento de GNPIA, con el objeto de no causar disturbios en la operación, la capacidad máxima de flujo demandado de la estación en las condiciones de 36 Kg/cm² es menor a un 80% de la capacidad de flujo de la estación.

La sección de medición contempla para esta función, un elemento primario de medición de flujo tipo turbina (FX- 201) y uno de respaldo tipo turbina (FX-201A). Se enviarán señales de Presión estática (PIT Y PI 201) para el primer tren de medición (FX-201), y (PIT Y PI 201B) para el segundo tren de respaldo de medición, para la temperatura por medio de transmisores (TIT y TI 201) para el primer tren de medición (FX-201), y (TIT y TI 201A), para el segundo tren de medición de respaldo, el tipo de señal es analógica de 4 a 20 mA, Adicionalmente se integran dos indicadores de presión (PI) directamente a la turbina de acuerdo a las recomendaciones del CENAGAS el cual uno será el (PI-201C) y el (PI-201D). Del mismo modo se adiciona un disparador de termopozo (TI-PR) para cada uno de los trenes de medición de acuerdo a los requerimientos de las DAC’S, para la toma de lectura que se comparara en campo de acuerdo a los requerimientos del CENAGAS. El computador será un Eagle reserch X artu/5, garantizando y haciendo suficiente la capacidad del computador para las variables y necesidades de la E.R.M. El computador de flujo realizará los cálculos de gasto y compensación por temperatura y presión del gas natural, de acuerdo con la norma AGA 7 para medición de Gas con medidores de flujo de tipo turbina.

Los equipos que integran esta estación de regulación y medición, serán suministrados de forma tal que aseguren la operación continua con un factor de servicio del 100%, esto es, para una operación durante 24 hrs. del día durante los 365 días del año. Siempre y cuando la operación y uso de los mismos, se realice bajo las recomendaciones de los diversos fabricantes y las condiciones de proceso que no rebasen los datos proporcionados por GNPIA, los cuales fueron utilizados para las bases de diseño de esta estación.

La medición se realizará en alta presión para lograr una mayor eficiencia en el funcionamiento del medidor tipo turbina de 4” de diámetro conexiones bridadas ANSI #600, con calibración para transferencia de custodia, debido a esto se propone la medición antes de regular, cabe aclarar que con este arreglo propuesto no existirá desfogue de gas en la atmósfera de ningún elemento o equipo sin ser medido, lográndose esto por medio de una válvula de seguridad (VON-101), con actuador neumático y válvula solenoide conectado al RTU, localizada a la entrada de la E.R.M. así como dos reguladores con slam shut integrado.

Esta información estará disponible por medio de un sistema de radios conectado al sistema SCADA, para enviar a tiempo real los datos de las variables de operación a la torre de PEMEX a la Ciudad de México,

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 16 |

integrado en un computador de flujo con una tarjeta modbus que enviará los datos a un radio de comunicaciones analógicas MDS.

Todos los instrumentos de medición de presión y temperatura serán provistos con la calibración requerida y avalada por certificados con debida trazabilidad al EMA/NIST de acuerdo con los requerimientos de medición para estaciones tipo transferencia de custodia, así como por requerimiento se calibrarán en sitio antes de la puesta en marcha.

Para dar cumplimiento con todos los requisitos de una estación de medición de Gas Natural aprobada para dar servicio en nuestro país, se deberá contemplar los servicios de una compañía verificadora debidamente aprobada por la Comisión Reguladora de Energía

II.3.2. DUCTO DE SALIDA DE LA E.R.M. A REGISTRO DE INTERCONEXIÓN GNPIA.

Para esta parte, el gas sale de la E.R.M. y es conducido por un ducto de 12" Ø de acero al carbón con especificaciones API 5L X52 con una longitud de 274.527 metros. Una sección de 239.3 m, se hará por medio de perforación direccionada sobre la calle de acceso al ejido Flores Magón, la cual cruzará una berma de servicios del corredor industrial y atravesará el Boulevard de los Ríos donde se interconectará con el gasoducto de 12" Ø del sistema de distribución de GNPIA, que se usa actualmente para el suministro de gas a los usuarios del Permiso TUP en las coordenadas Latitud Norte 22° 27' 10.64" y Longitud Oeste 97° 53' 54.41". Dicha interconexión se realizará mediante un Hottapping que es una interconexión en vivo, para soldar una sección metálica envolvente y barrenar el ducto sin interrumpir el suministro de gas a los usuarios. Después de este punto el gas natural estará fluyendo hacia dos direcciones: hacia el Sur sobre el Boulevard de los Ríos a través del "Troncal Sur" y hacia el Norte sobre el Boulevard de los Ríos a través del "Troncal Norte".

II.3.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.

En la **Figura II.1** se muestra el Diagrama de bloques del proceso de Recepción de Gas - Filtración, Medición y Regulación - Transporte - Interconexiones del Proyecto.

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 16 |

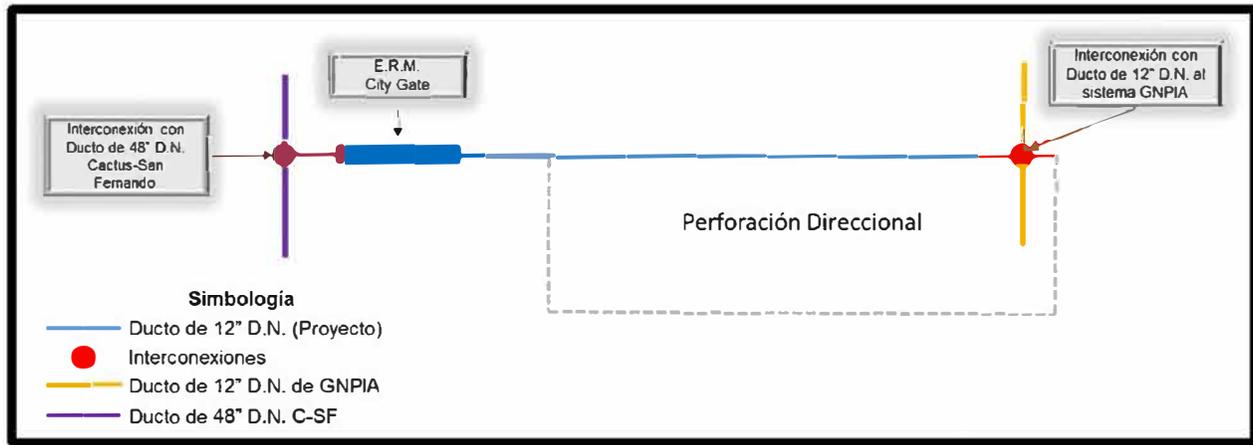


Figura II.1 Diagrama de Bloques del Proceso.

II.3.4. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES.

, por lo que a continuación se describen algunas de las características de esta sustancia. Cabe señalar, que el Gas Natural es uno de los combustibles más comunes en la industria por su bajo costo, facilidad de uso y emisiones limpias.

- **Nombre:** Gas Natural, Gas combustible.
- **Familia química:** Petróleos, Hidrocarburos.
- **Peso molecular:** 17 – 18.5 kg/mol.
- **Estado físico, color y olor:** Gas incoloro, inodoro e insípido.
- **Punto de inflamación:** -188 °C.
- **Temperatura de fusión:** -183 °C.
- **Temperatura de auto ignición:** 482 - 670 °C.
- **Límites de Inflamabilidad:** Inferior 3.8 - 6.5 % y Superior 13 - 17 %.
- **Temperatura de ebullición a 1 atm:** -161.0 °C.

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

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 16 |

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 Anexo 3 Hoja de Seguridad (HDS) para más detalle.

II.3.5. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Las condiciones de operación del proyecto son las siguientes:

Tabla II.1. Condiciones de Operación.

| | |
|--|-----------------------------|
| Presión Máxima de Operación (entrada a la E.R.M.) | 71.5 kg/cm ² |
| Presión Mínima de Operación (entrada a la E.R.M.) | 45 kg/cm ² |
| Presión Máxima de Operación (salida de la E.R.M. - ducto) | 21 kg/cm ² |
| Presión Normal de Operación (salida de la E.R.M. - ducto) | 19 kg/cm ² |
| Temperatura de Operación | 20°C (291.15°K) |
| Flujo Máximo de Operación | 323,961 m ³ /día |
| Flujo Mínima de Operación | 107,923 m ³ /día |

Para mayor detalle, **Ver Anexo 2 Ingeniería del Proyecto.**

II.4. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN.

II.4.1. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN E.R.M. Y GASODUCTO DE 12"Ø.

La estación de regulación y medición que da origen al sistema de GNPIA (City Gate) se conectará con el gasoducto Cactus - San Fernando, de CENAGAS.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 16 |

Con la finalidad de mantener la máxima disponibilidad en la operación del sistema, se consideraron en el diseño de la City Gate las siguientes características:

- Una instalación de tuberías, con tres secciones de proceso unidas mediante cabezales de tubería de 4" y 6" Ø, para garantizar un flujo mínimo de 4,496.79 m³/hr.
- La operación del patín de regulación y medición estará dentro de los márgenes de seguridad y eficiencia recomendados en los códigos, normas, procedimientos y prácticas de ingeniería para cualquier condición de medición del producto dentro de los parámetros establecidos en los datos de diseño y fabricación del mismo.
- La presión de suministro variará entre 71.5 a 45 kg/cm², para posteriormente pasar a una regulación primaria que mantendrá una presión de entre 18 y 19 kg/cm² en el ducto que transportará gas natural a las plantas de los clientes.
- La presión máxima de operación será de 21 kg/cm².

Los equipos que integran la City Gate serán operados de forma tal que aseguren la disponibilidad continua con un factor de servicio del 100%, esto es, para una operación durante 24 horas del día durante los 365 días del año.

Se considera como presión de diseño, la máxima presión de operación a la que podrá llegar a trabajar la City Gate, estas condiciones que se tomarán en cuenta para todo tipo de cálculos de resistencia de materiales y pruebas no destructivas a realizar en la misma para salvaguardar su integridad, así como para delimitar responsabilidades en función de la garantía por defectos de fabricación en la misma. Esto es: 71.5 kg/cm² alta presión de entrada y 21 kg/cm² a la salida de la estación.

Se considerará una presión de 1.5 veces sobre la máxima presión de operación como valor predeterminado para la realización de la prueba hidrostática de la estación de medición. Con los tiempos de prueba acordados previamente con una tercera quién inspeccionará toda prueba que sea requerida.

A continuación, se describe la filosofía de operación de los principales componentes de la City Gate.

II.4.1.1. Sección de Filtración.

La estación de medición inicia con una junta aislante tipo monoblock de 6" Ø con la finalidad de bloquear la corriente estática que se genere en el ducto de 12" Ø.

A la entrada de la estación, se encuentra instalada, una válvula VON-101 de seccionamiento de 4"Ø, la cual tiene la función de seguridad ya que cuando la válvula detecte un incremento de presión la válvula interpretará que existe una obstrucción, debido a eso la válvula actuará en respuesta a este incremento de presión.

El actuador será calibrado a 73.5 kg/cm² de presión en el valor máximo de presión de operación del ducto aguas abajo antes de entrar a la sección de filtración de la estación. De la misma forma cuando la válvula detecte una caída de presión la válvula interpretará que existe una fuga, debido a eso la válvula actuará en respuesta a esta caída de presión. El actuador será calibrado a 42 kg/cm² de presión en el caso de la mínima presión de operación del ducto de entrada, seguidos por un filtro coalescedor FG-01, en el filtro se encuentra instalado un transmisor de presión diferencial el cual indicará una diferencia de

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 16 |

presión. La lectura de 5 PSI indica al computador de flujo, saturación del elemento filtrante y la presión de colapso es de 76.5 PSI. Es decir que al marcar 5 PSI el manómetro de presión diferencial, se debe hacer el cambio de cartucho del filtro.

- En esta sección de entrada se localiza un indicador-transmisor de presión PIT-101, que enviará la señal de la lectura al computador.

En la sección de filtración se encuentran 3 válvulas de bola de conexiones bridadas ANSI 600# de 4" Ø marcadas como VL-101, 102 y 103. En el by pass de filtración, la válvula VL-101 estará normalmente cerrada, en caso de que el filtro requiera mantenimiento, se abrirá dicha válvula y se cerrarán las válvulas VL-102 y VL-103, permitiendo el paso del gas por la línea de by pass 4"-GN-002-A53.

La presión de entrada en la sección de entrada-filtrado se puede leer en el indicador-transmisor de presión PIT-101, la presión también será enviada a través de una señal analógica de 4 a 20 mA al computador de flujo.

Para la filtración del flujo inicial de 19,766.5 m³/hr. se realizará con un filtro de gas de alta eficiencia y que contiene los siguientes elementos:

- ✓ Filtro Mod. FF6 - 1201-600ESP.
- ✓ Elemento coalescedor Mod. 7MGCP-152-711.
- ✓ La válvula de purga de 1" Ø VB-109 se encuentra como parte del filtro.
- ✓ Válvula de desfogue de 1" Ø tipo globo.

En la salida de la etapa de filtración se encuentran dos válvulas de seccionamiento de 4" Ø ANSI #600 (VB-201, VB-201A), conexión con tubería de 4" Ø y por dos tees recta de 4" Ø ANSI #600.

La City Gate está diseñada solo para la medición de Gas Natural seco y limpio filtrando partículas sólidas de tres micras y líquidas con gotas de tres micras o mayores y para la composición del gas natural que se muestra en la tabla siguiente:

| Componente | Máximo |
|------------------|--------|
| CH ₄ | 87.5% |
| C ₆ + | 0.03% |
| Propano | 1% |
| i- butano | 0.3% |
| n- butano | 0.3% |
| neopentano | 0.1 % |
| i- pentano | 0.1% |
| n- pentano | 0.1% |
| nitrógeno | 2.5% |
| CO ₂ | 1% |
| Etano | 5% |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 16 |

II.4.1.2. Sección de Medición.

La medición se realizará en alta presión para lograr una mayor eficiencia en el funcionamiento del medidor tipo turbina de 4” de diámetro con conexiones bridadas ANSI #600, con calibración para transferencia de custodia, debido a esto se propone la medición antes de regular. Cabe aclarar que con este arreglo propuesto no existirá desfogue de gas en la atmósfera de ningún elemento o equipo sin ser medido, lográndose esto por medio de una válvula de seguridad (VON-101), con actuador neumático y válvula solenoide conectado al RTU, localizada a la entrada de la City Gate, así como dos reguladores con slam shut integrado.

Esta información estará disponible por medio de un sistema satelital conectado al sistema SCADA, para enviar a tiempo real los datos de las variables de operación a la torre de CENAGAS a la Ciudad de México, integrado en un computador de flujo con una tarjeta modbus que enviará los datos de comunicaciones analógicas MDS.

Todos los instrumentos de medición de presión y temperatura serán provistos con la calibración requerida y avalada por certificados con debida trazabilidad al EMA/NIST de acuerdo con los requerimientos de medición para estaciones tipo transferencia de custodia, así como por requerimiento se calibrarán en sitio antes de la puesta en marcha.

Para dar cumplimiento con todos los requisitos de una estación de medición de gas natural aprobada para dar servicio en nuestro país, se deberá contemplar los servicios de una compañía verificadora debidamente aprobada por la CRE.

La sección de medición se compone de dos medidores tipo turbina FX-201 y FX-201A de 4” Ø clase ANSI 600# seguida de un carrete de 4”Ø; el medidor tipo turbina con FX-201 se considera el medidor primario del sistema en donde se encuentra un transmisor de presión PIT-201 y un termopozo para alojar un RTD y transmisor de temperatura TIT-201, la emisión de pulsos será del mismo elemento de medición por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia.

El carrete donde se aloja el medidor turbina FX-201A, este equipo quedara como medidor secundario, en donde se encuentra un transmisor de presión PIT-201B y un termopozo para alojar un RTD y transmisor de temperatura TIT-201A, la emisión de pulsos será del mismo elemento de medición por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia.

Como parte de las recomendaciones a seguir por parte del CENAGAS, en el sistema de medición se adicionan al cuerpo de las turbinas los indicadores de presión (PI) al cuerpo de las turbinas con TAG’s (PI-201C y 201-D), para verificación y comparación de presión directo en el elemento de medición, así como también se adiciona un disparo para toma de temperatura marcados como TI-PR.

Para dar cumplimiento a los requerimientos de redundancia de la estación se adicionan los transmisores PIT-201E, del tren primario y PIT-201F del tren secundario, así como los TIT-PR, para toma de temperatura de equipos de CENAGAS y al computador.

En la entrada de la sección de medición se cuenta con 2 válvulas de bola de bloqueo de 4” Ø, sobre el tren principal las cuales son la VL-301 y VL-303 que permanecerá normalmente abierta, para que el gas transite por la línea 4”-GN-004-A53.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 10 de 16 |

Para el tren secundario se cuenta con 2 válvulas de bola de bloqueo de 4" Ø, sobre el tren de respaldo las cuales son la VL-302 y VL-304 que permanecerá normalmente cerradas, de la línea 4"-GN-005-A53.

- Se cuenta con un acondicionador de flujo para la turbina FX-201 Y acondicionador para la turbina FX-201A, 10 diámetros aguas arriba del medidor de acuerdo a las recomendaciones del AGA 7, aguas abajo se encuentra un carrete de 5 diámetros nominales donde se alojan el termopozo, los tubos de medición tendrán acabado según lo solicitado por el AGA 7
- La integración de la medición se realizará mediante el uso de un computador de flujo Eagle Reserch XARTU/5 el cual recibirá las señales de pulsos, presión estática y temperatura de proceso desde los instrumentos instalados, el primero desde el elemento de medición tipo turbina FX-201, por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia. Las señales de presión estática y temperatura, por medio de los transmisores de presión PT-201, PT-201E del tren primario, tren secundario PT-201B, PT-201F aguas arriba de los medidores turbina y temperatura TIT-201 y TIT-PR tren primario y TIT-201A y TIT-PR del tren secundarios, que se encuentran en el carrete aguas debajo de la turbina de medición para correr los algoritmos marcados por la norma AGA 7 para la medición de gases y así totalizar de manera compensada el flujo instantáneo.

Las variables para los cálculos de flujo compensado de acuerdo a las recomendaciones de AGA 7, se reciben en forma de señales eléctricas por medio de los siguientes instrumentos:

- Presión Estática y Temperatura: Estas dos variables serán enviadas al Computador de Flujo Mediante la conexión, en el caso de temperatura a través de un RTD conectado a un termopozo localizado aguas arriba de la medición TIT-201, TIT-PR y TIT-201A, TIT-PR y en el caso de presión mediante una señal eléctrica, tomada aguas arriba de la medición mediante un transmisor de presión PIT-201, PIT201E, tren secundario PIT-201B, PIT-201F.

- Lista de señales que se transmitirán al computador de flujo.

a) Señal de posición cerrado ZSC-101. Será enviada por medio de un switch de señal digital, este switch se encuentra en la válvula VON-101, e indicará cuando esta válvula sea accionada y corte el suministro de gas natural.

b) Señal de presión estática. Se encuentra en la sección de entrada de la estación será provista por un transmisor de presión PIT-101 que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

c) Señal de presión diferencial. Será enviada al computador de flujo por medio de un transmisor de presión diferencial DPT-101.

d) Señal de temperatura será provista por un RTD, TI-201 conectado a un transmisor de temperatura TIT-201, TIT-PR, el cual enviará señal al computador.

e) Señal de pulsos de alta frecuencia, la medición será tomada desde un elemento primario de medición FX-201.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 11 de 16 |

f) Señal de presión estática del tren primario será provista por un transmisor de presión PT-201, PT-201E que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

g) Señal de carga de baterías será provista por el mismo computador.

h) Señal de presión de salida de la E.R.M., Señal de presión estática será provista por un transmisor de presión PIT-102 que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

La comunicación se realizará por medio de un radio de comunicaciones que emitirá la señal al sistema SCADA en protocolo Modbus PEMEX con una antena de altura seleccionada de acuerdo a un estudio de vista previo.

El computador funciona a base de un sistema de corriente por medio de celda solar provisto por una acometida, que a su vez alimenta a un fuente de poder para convertir la corriente a 24 VCD, que alimentan un banco de baterías.

La sección de medición cuenta con un segundo tren de medición FX-201A, cuya función principal será la de entrar en operación cuando sea necesario un mantenimiento a la Turbina primaria FX-201, dicho by pass cuenta con dos válvulas de 4"Ø, de igual forma que en el tren de medición primario.

II.4.1.3. Sección de Regulación.

La presión máxima de entrada de la City Gate será de 71.5 Kg/cm², la cual será regulada a 21.0 Kg/cm² de presión máxima a través de un sistema de regulación en arreglo working monitor, por medio de un regulador tipo EZR-SLAM SHUT de 2" Ø clase ANSI 600# PCV-201 y 203, que regulará la presión de entrada de 71.5 a 56.0 y 43.0 kg/cm², inmediatamente después se encuentra un regulador EZR de 2" Ø clase 600 # PCV-202 y 204 , para entregar la presión final al sistema de 18.0 a 19.0 kg/cm².

El arreglo working monitor es propuesto para que el sistema tenga una buena y segura operación ya que ambos reguladores EZR estarán trabajando de forma normal con la diferencia de que el segundo regulador EXROX estará monitoreando la línea de gas después de la regulación final y cumplirá con la misma función de la válvula de cierre automático, la única diferencia es que este regulador estará instalado aguas abajo del filtro. Se consideran dos líneas de regulación (2"-GN-004-A106 y 2"-GN-005-A106), para evitar que con algún desperfecto en alguno de los dos trenes de regulación corte el suministro de gas a las plantas de proceso.

La presión de la etapa de regulación se puede leer en los manómetros PI-300, PI-301, PI-302 y PI-303.

A la entrada de la sección de regulación se tienen dos válvulas de bola de 4" Ø bridadas ANSI #600 las cuales están indicadas como VB-401 y VB-403, y a la salida de la etapa de regulación se encuentran dos válvulas de seccionamiento de 4" Ø VB-402 y VB-404 bridadas ANSI #600, seguidos por una tee recta a 4" Ø.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 12 de 16 |

II.4.1.4. Sección de Salida y ducto de 12”Ø.

En esta sección se mantiene con tubería de 4” Ø, en la salida se localiza un transmisor de presión PIT-102 que enviará la señal de la lectura al computador.

En la línea de sección de salida de 4”-GN-006-A106 antes de la colocación de la junta monoblock se tiene un disparo de 2” Ø donde se contempla la colocación de una válvula de seguridad PSV-201 con salida de desfogue de 3” Ø, la cual el set point para la apertura de la misma será de 23 kg/cm², el cual será considerado como el último dispositivo de seguridad de la estación.

Posterior a esto se considera la colocación de una junta monoblock de 4”Ø, seguido por una reducción concéntrica de 4”x6” y después otra de 6”x12, para hacer interconexión con el tubo de 12”Ø.

Para la interconexión de la ERM y al ducto de 12” Ø al sistema de distribución de GNPIA, se considera la perforación direccionada de 239.3 m. aproximadamente sobre la calle ejido Flores Magón, hasta el cruce con el boulevard de los ríos en donde se construirá un registro para dicha interconexión del sistema.

La especificación de la tubería de 12” Ø es una tubería de acero al carbono con especificación ASTM A-53 grado B cedula 80 con extremos biselados sin costura, se llevara a cabo la interconexión por medio de un tapping machine, por lo que se considera una abrazadera tipo tee soldada de 12”X12” y brida de 12”Ø ANSI 300, así como una válvula esférica de 12”Ø #300, la cual interconectará al sistema GNPIA.

II.4.2. EQUIPOS DEL SISTEMA.

Válvula de corte automático SHUT-OFF (VON-101): El propósito de utilizar esta válvula es interrumpir el flujo en forma total y rápida del flujo de gas cuando la presión varía de forma drástica en el gasoducto. En el caso donde la presión se reduce, la válvula interpreta que existe una fuga y por lo tanto se activa para cortar el suministro de gas. El restablecimiento de esta válvula es manual lo cual ayuda a que exista una inspección del sistema antes de ser reestablecida.

Las variaciones de presión son detectadas por un mecanismo que se divide en dos etapas; la primera etapa es de detección de presión y actuará cuando la presión de operación alcance los límites establecidos para que se active; La segunda etapa actúa una vez que el equipo se activó no permitiendo su apertura. La válvula tiene un mecanismo automático de by-pass que balancea la presión en cada lado de la válvula, una vez que se reestablece el sistema, la válvula no depende de suministro de corriente eléctrica para su funcionamiento, solo se utiliza un switch de posición ZSC-101, que indicará cuando la válvula se encuentre cerrada.

Las presiones serán censadas por medio de un tubing de ½” de diámetro a la salida de la City Gate, donde los parámetros para que accione este dispositivo son: 73.5 kg/cm² para sobrepresión y 42 kg/cm² para la disminución de presión, de la presión de operación normal.

Los rangos de operación de la válvula slam shut es de 71.5 Kg/cm² en el caso de alta presión y para el caso de la menor presión es de 42 Kg/cm².

Filtro coalescedor: El filtro es de tipo coalescedor esto quiere decir que debe separar líquidos y sólidos de gas natural. En el caso de las partículas sólidas tiene una eficiencia de separación del 100% para

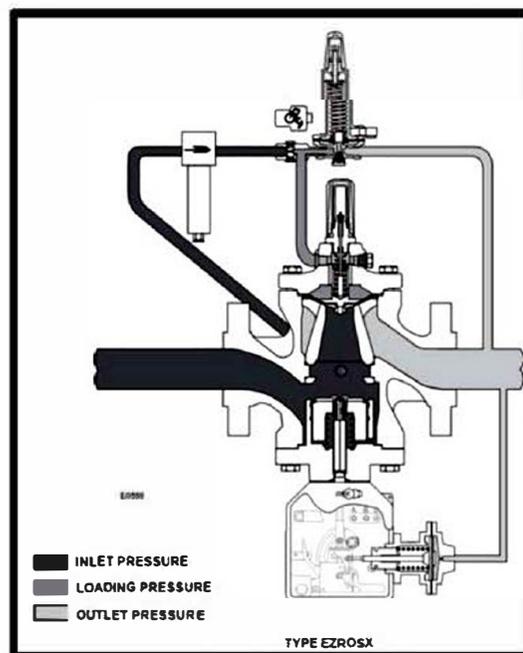
| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 13 de 16 |

partículas de 3 micras, lo cual lo logra por medio de un efecto de centrifugación a la entrada del filtro y por medio de los elementos de filtración contruidos con celulosa y micro fibra de vidrio.

El elemento coalescedor tiene una eficiencia de 98.5% de partículas líquidas y aerosoles de 0.3 a 0.6 micras el elemento coalescedor funciona aprovechando la propiedad de tensión superficial de los líquidos, el elemento filtrante cuenta con diferentes capas por donde el filtro permite la formación de gotas entre tapas hasta que alcance una dimensión suficiente para lograr tocar la siguiente capa y así formar una gota todavía más grande hasta que terminadas las capas del elemento la gota cae a un contenedor para posteriormente ser drenado. El cambio de los elementos filtrantes se hará cada que el filtro muestre una diferencia de presión de la entrada con respecto a la salida de 1.5 PSI, mostrado en el transmisor de presión diferencial DPIT-101, esto indica que el elemento filtrante está saturado y no permite una buena filtración. Es importante aclarar que este equipo contará con estampado ASME.

Regulador EZR SLAM SHUT (regulador monitor): El propósito de los reguladores EZR es el de regular la presión de entrega de la E.R.M. para obtener un sistema que trabaje en condiciones de operación estables, es decir que no existan variaciones grandes de presión y flujo, este regulador tiene un dispositivo de seguridad tipo slam shut el cual corta el suministro de gas por alta y baja presión, aparte de regular la presión del sistema.

La presión de entrada de la E.R.M. varía entre 71.5 y 45.0 kg/cm² y regulará la presión a 56.0 y 43.0 kg/cm². Se requiere una señal de presión externa de ½” de diámetro aguas abajo de la regulación.

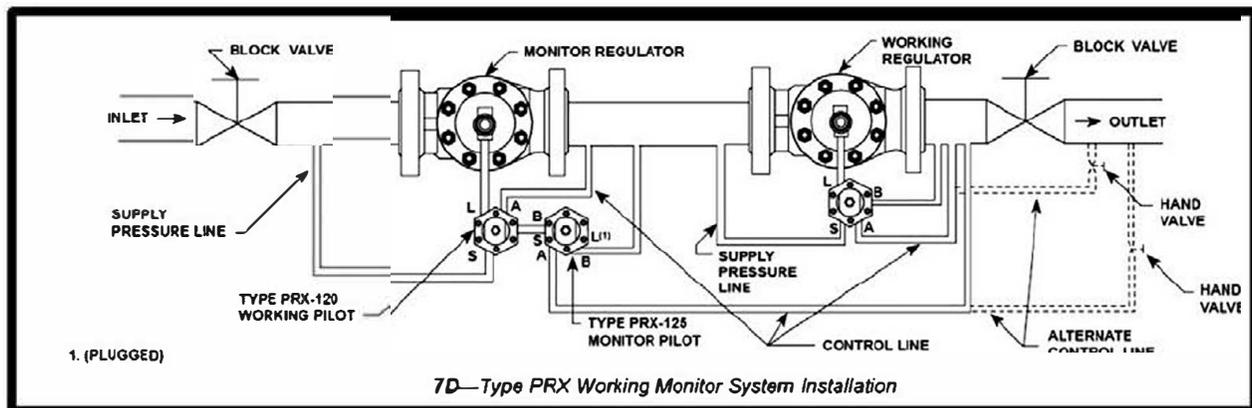


Regulador EZR (regulador working): La instalación de un sistema working-monitor es cuando actúa en una primera etapa de regulación a través de un piloto denominado “working” que trabaja en operación

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 14 de 16 |

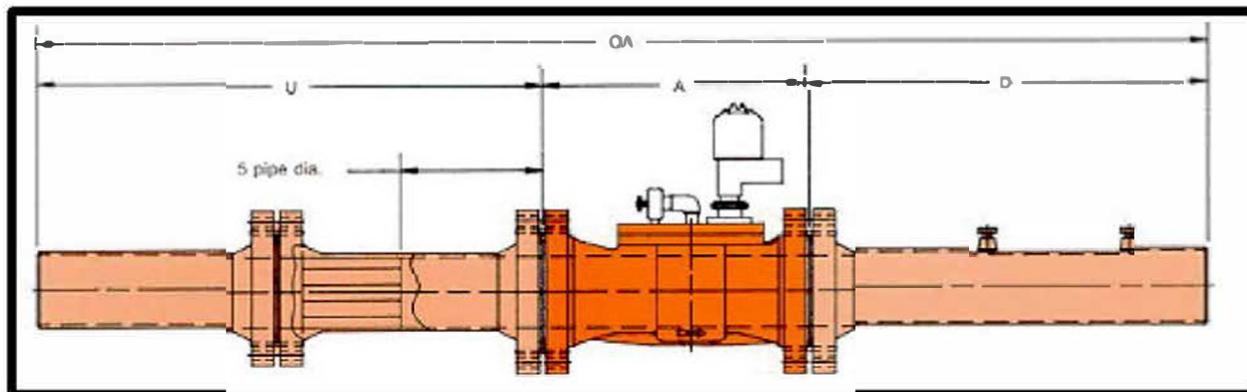
normal. Este arreglo permite observar en todo momento la operación. Entonces cuando el regulador de segunda etapa falla el regulador working-monitor asume la función completa de la reducción de presión a través del piloto monitor. Las líneas de control deben estar conectadas de 8 a 10 veces el diámetro de la tubería, evitando colocar las líneas de censo en conexiones que provoquen turbulencia. Los rangos de operación de los slam shut de los reguladores serán 71.8 kg/cm² para línea 2”-GN-004-A106 y 71.7 kg/cm² para línea 2”-GN-005-A106.

El propósito de los reguladores EZR es el de hacer una segunda regulación para obtener un sistema que trabaje en condiciones de operación estables, es decir que no existan variaciones grandes de presión y flujo, La presión de entrada del regulador será de 46.0 y 53.0 kg/cm² proveniente del EZR SLAM SHUT, esta presión se regulará a 21 kg/cm² que es la presión de operación del ducto. En la estación de regulación y medición propuesta, se propone un sistema de 2 arreglos de regulación tipo working-monitor, siendo el de la línea 2”-GN-004-A106 el que trabaje a las condiciones de operación, donde si falla el regulador working PCV-202 el regulador monitor PCV-201 toma el control total de la regulación, en caso de que el regulador PCV-201 falle actúa el slam shut integrado a este regulador cerrando el flujo de gas por la línea 2”-GN-004-A106, inmediatamente el arreglo working-monitor de la línea 2”-GN-005-A106 actúa con los parámetros de operación, donde si el regulador working PCV-204 falla el regulador monitor PCV-203 toma el control total de la regulación en caso de falla de este último se actuara el slam shut integrado a este regulador, interrumpiendo el flujo de gas al sistema.



Elemento primario de medición tipo turbina: El medidor tipo turbina FX-201 propuesto para la medición de gas será el especificado para transferencia de custodia y tendrá un elemento emisor de pulsos de alta frecuencia FIT-201, el tubo de medición viene integrado con un acondicionador de flujo tipo placa que se encuentra 5 diámetros aguas arriba de la turbina, y 10 diámetros aguas debajo de la turbina, en el un carrito de 10 diámetros se encuentra una toma para alojar un termopozo TIT-201 y TIT-PR, y un transmisor de presión PIT-201 y PIT-201E aguas arriba del medidor turbina. La inspección, la instalación y los cálculos de corrección de flujo serán de acuerdo al AGA Rep. 7 “Measurement of gas by turbine meter”.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 15 de 16 |



Transmisor de presión: Se encuentran 6 transmisores de presión estática y uno de transmisión diferencial de diferentes rangos de medición según las condiciones de operación de la estación de regulación y medición, PIT-101, PIT-201, PIT-201E, PIT-201B, PIT-201F, y PI-102, DPT-101 que censa la presión por medio de un tubing de ½” diámetro NPT y mandan una señal en protocolo HART de 4 a 20 mAmp, con sello para el diafragma y silicón, preparados para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad, será intrínsecamente seguro, clase 1 división 1.

Transmisor de temperatura con termopozo: Se encuentra en la estación dos elementos sensores de temperatura (termopozo) TIT-201 Y TIT-201A y TIT-PR uno en cada tren que tiene de largo la longitud equivalente para la medición de la temperatura en el segundo tercio del diámetro de la tubería por medio de cables transfiere la medición de temperatura a un transmisor de temperatura TI-201 Y TI-21A, este transmisor mandan una señal en protocolo HART de 4 a 20 mAmp, con sello, preparado para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad, será intrínsecamente seguro, clase 1 división 1.

Computador: El computador de flujo tendrá módulos para entrada y salida de señales análogas y digitales, un puerto de conexión para señal de pulsos, tiene integrado también módulos de conexiones para puertos de entrada y salida de señales en caso de requerirse expansiones, cuenta con una tarjeta RS-232 de interface en serie a través de un puerto de comunicaciones, para hacer suficiente la capacidad de trabajo del computador según el listado de señales y garantizar la redundancia en la medición. Con las señales recibidas realiza los cálculos necesarios para poder enviar las señales de las condiciones de operación del sistema por medio esquema de comunicación incluido y soportado por HEXASCII que a su vez será traducido por una tarjeta con lenguaje ModBuss, en comunicación con el sistema SCADA, las señales de salida del computador se enviarán a un transmisor marca MDS y una antena por medio de radios, la altura de la antena será determinada por un estudio de vista. A continuación se muestran los componentes del sistema de comunicaciones analógicas:

- Computador Marca EAGLE RESEARCH MODELO XARTU/5:
 - Tarjeta RS232.
 - Fuente de poder de 120/240 VCA input 7-30VCD.
 - 5 señales multi-uso discretas (digitales).
 - 6 señales análogas (AI) con 4 canales cada una, 12 bit.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | II |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 16 de 16 |

- Tarjeta de señales de pulsos de alta velocidad, 2 canales.
 - Los Cálculos de Medición de acuerdo AGA-3, AGA-5, AGA-7, AGA-8 y reportes N.
 - Teclado y pantalla.
 - Comunicación puerto de modem con extensión para detección de desconexión.
 - Driver para comunicación MODBUS.
 - Batería de litio 3.6 VDC, para 10 años de respaldo de datos/de uso normal.
 - Memoria de 512K x 8 programable remotamente, programa de memoria FLASH.
 - Construcción resistente para la ambientes industriales con aplicación de una capa de recubrimiento uretano, protegiendo circuitos y con sello hermético de acuerdo a NEMA 4X.
- Kit de comunicación satelital para transmitir al SCADA de CENAGAS:
 - Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
 - Sistema de tierras y protección para la antena satelital.
 - Monitoreo de red.
 - Traductor de medios.
 - Swich Router con Firewall.
 - Modem VSAT.
 - Antena tipo plato satelital VSAT.
 - Sistema de apartarrayos, MCA. IPECSA:
 - Punta de pararrayos.
 - Barra de descarga.
 - Cable desnudo de bajada y arillos equipotenciales y accesorios.
 - Sistema de tierras físicas Delta, MCA. IPECSA:
 - Electrodo de puesta a tierra,
 - Cables desnudos y accesorios.
 - Conexiones, Radio-Antena, MCA. MDS
 - Protector de descargas para puerto RS-232/DB-25. MCA BLACKBOX
 - Anclajes de ¾” de 1 m. de desarrollo galvanizado.
 - Mástil de tubo de 4” Ced. 40.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 41 |

Contenido.

| | |
|--|-----------|
| III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. | 3 |
| III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN. | 3 |
| III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES..... | 5 |
| III.2.1. COMPONENTE SOCIAL. | 6 |
| III.2.2. COMPONENTES ABIÓTICOS. | 7 |
| III.2.3. COMPONENTES BIÓTICOS. | 38 |

Tablas.

| | |
|--|----|
| Tabla III 1. Ubicación del proyecto (coordenadas de los vértices). | 5 |
| Tabla III 2. Principales Zonas Colindantes del Proyecto y/o Instalación. | 6 |
| Tabla III 3. Normales climatológicas de la Estación 00028175 ALTAMIRA (DGE). | 10 |
| Tabla III 4. Velocidad promedio anual de vientos dominantes (m/seg.). | 14 |
| Tabla III 5. Humedad relativa (%) mensual en el periodo 2013-2017..... | 17 |
| Tabla III 6. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2018. | 18 |
| Tabla III 7. Propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo. | 30 |
| Tabla III 8. Clase Textural de los Tipos de Suelo..... | 32 |
| Tabla 9. Fase Química de los Tipos de Suelo. | 32 |

Figuras.

| | |
|---|----|
| Figura III 1. Ubicación del proyecto. | 4 |
| Figura III 2. Zonas susceptibles a afectación en el proyecto..... | 7 |
| Figura III 3. Tipo de clima presente en el área de influencia del proyecto. | 9 |
| Figura III 4. Precipitación media mensual (mm) de las estaciones climatológicas Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira). | 12 |
| Figura III 5. Temperaturas medias mensuales, (°C) de las estaciones climatológicas; Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira). | 13 |
| Figura III 6. Velocidad promedio de vientos dominantes. | 14 |

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 41 |

Figura III 7. Rosa de los vientos para el municipio de Altamira, Tamaulipas..... 16

Figura III 8. Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II, durante el período de 1970 al 2011. 23

Figura III 9. Huracanes Intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008. 24

Figura III 10. Relieve (Curvas de Nivel y Sistema de Topoformas) presente en el área del proyecto..... 26

Figura III 11. Características litológicas del área del proyecto..... 27

Figura III 12. Ubicación del proyecto dentro de las Zonas de Sismicidad..... 28

Figura III 13. Tipos de suelo presentes en el área de influencia del proyecto..... 33

Figura III 14. Hidrología superficial en el área del proyecto. 35

Figura III 15. Hidrología subterránea en el área del proyecto. 37

Figura III 16. Uso de Suelo y Vegetación. 39

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 41 |

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.

El presente proyecto consiste en la reubicación, construcción y montaje mecánico de la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural (E.R.M.) City Gate y un Gasoducto de 12"Ø de Acero al carbón, especificación API 5L, que pertenece a Gas Natural del Puerto de Altamira, S.A. de C.V. (GNPIA), en el estado de Tamaulipas. El Gasoducto de 48" Cactus - San Fernando, propiedad del Centro Nacional de Control de Gas (CENAGAS), el cual sufrió una modificación en la trayectoria original, por lo que la ubicación de la E.R.M. tiene que ser modificada, incluye las diferentes secciones que son Filtrado, Medición y Regulación, sección de interconexión al ducto de 48" Cactus-San Fernando, así mismo, el proyecto contempla la construcción de un ducto de 12" de diámetro, con dirección a la interconexión del sistema de distribución de gas de GNPIA. Dicho proyecto se localiza en Altamira, Tamaulipas, México (**Ver Figura I.1**).

Municipio de Altamira, Tamaulipas.

Se encuentra en la porción sureste del Estado dentro de la subregión Tampico Número 07. La cabecera municipal se localiza a los 22° 23´ de latitud norte y a los 97°56´ latitud oeste, a una altitud de 26 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 1,662.36 kilómetros cuadrados, que representa el 1.07 por ciento de la extensión total del Estado de Tamaulipas. El Municipio colinda al Norte con el de Aldama; al Sur con los de Madero y Tampico, así como con el Estado de Veracruz, al Este con el Golfo de México y al Oeste con el Municipio de González.

Fuente: [Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Altamira, Tamaulipas.](#)

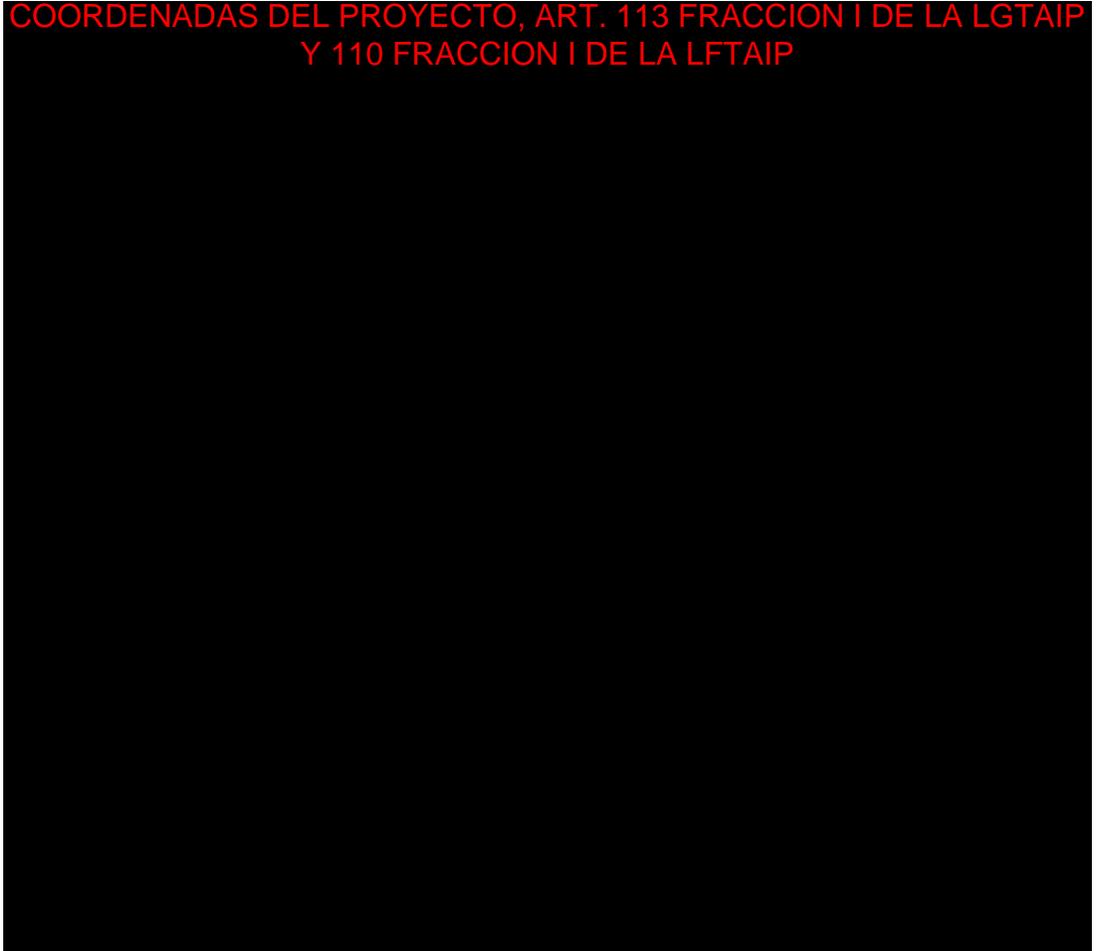
| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 41 |

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

A continuación se indica la localización de los vértices comprendidos por el proyecto “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamaulipas (**Ver Tabla III.1**):

| | | |
|---|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 41 |

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



V = Vértices de la Trayectoria del Ducto de 12"Ø.
I.P. = Punto de Inicio para los trabajos de perforación direccional.
T.P. = Punto de Termino para los trabajos de perforación direccional.

III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.

A continuación, se muestra información acerca de los componentes que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual se describen las zonas vulnerables y su proximidad a la Instalación dentro de un radio de 500 m a partir de la ubicación del Proyecto (**Ver Tabla III.2 y Figura III.2**).

Para la caracterización del área de influencia del proyecto (radio de 500 m), se utilizó como base la cartografía temática de INEGI, páginas oficiales de la misma institución, así como distintos recursos electrónicos de literatura científica y recorridos en campo por la zona del proyecto.

| | | |
|---|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 41 |

Tabla III.2. Principales Zonas Colindantes del Proyecto y/o Instalación.

| No. | UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Descripción | Distancia respecto a la instalación |
|-----|---|---|---|
| 1 | | Taller de reparación de vehículos todo terreno | 13.99 m |
| 2 | | Taller de reparación de tractores | 51.59 m |
| 3 | | Tienda de conveniencia | Cruce |
| 4 | | Empresa de transporte por camión | 165.58 m |
| 5 | | Empresa de transportes y mensajería | 482.09 m |
| 6 | | Empresa de transportes y mensajería | 497.43 m |
| 7 | | Empresa de transporte | 479.42 m |
| 8 | | Empresa productora de envases flexibles | 172.82 m |
| 9 | | Empresa industrial de la madera (muebles, empaque y construcción) | 204.61 m |
| 10 | | Empresa de fabricación de plásticos | 377.63 m |
| 11 | | Empresa de construcción de sistemas de distribución de petróleo y gas | 483.08 m |
| 12 | | Empresa de almacenaje y distribución de mercancía y producto | 411.31 m |
| 13 | | Empresa de transporte por camión | 340.65 m |
| 14 | | Establecimiento comercial recreativo | 380.43 m |
| 15 | | Establecimiento comercial recreativo | 302.42 m |

III.2.1. COMPONENTE SOCIAL.

Es importante mencionar, que a los alrededores del proyecto no se encuentran instaladas escuelas, centros comerciales, hospitales o instalaciones aledañas que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto.

Fuente: XIV Censo General de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 41 |

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

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

III.2.2. COMPONENTES ABIÓTICOS.

III.2.2.1. Clima.

- **Tipo de clima.**

En el Estado de Tamaulipas, las regiones con las temperaturas más altas son la huasteca tamaulipeca al sur de la entidad y el centro de la cuenca central en inmediaciones de los municipios de Güemez y Santander. La región con la temperatura más baja corresponde a las Sierras del Suroeste. Las zonas semicálidas (entre 18 y 22°C) ocupan el 53.89% del territorio estatal, le siguen las zonas cálidas (de 22°C a mas) que ocupan el 42.5%, las zonas templadas (entre 12 y 18°C) que ocupan el 3.44% y las semifrías (entre 5 y 12°C) que ocupan el 0.17% restante.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 41 |

La precipitación media estatal es de 780 mm anuales; las lluvias se presentan en el verano, durante los meses de junio a septiembre. Las mayores precipitaciones se presentan al noroeste de la entidad en los Llanos de San Fernando y las precipitaciones con menos intensidad se presentan en la faja fronteriza al norte y en las sierras del suroeste. El 60.6% de la superficie del estado presenta clima subhúmedo, el 27.29% clima semiseco, el 10.57% clima seco y el 1.54% presenta clima húmedo.

En términos generales los climas predominantes en el Estado de Tamaulipas, por extensión territorial, son: semicálido húmedo (46.71%), muy cálido y cálido semiseco (23.55%), cálido subhúmedo (11.72%), cálido seco (7.23%), semicálido seco (3.34%), semicálido semiseco (2.3%), templado subhúmedo (2%), semicálido húmedo (1.54%), templado semiseco (1.44%) y semifrío subhúmedo (0.17%).

El Puerto de Altamira tiene un clima subtropical húmedo con una temperatura al año de un promedio de 24.4°C, llegando a más de 30°C durante el verano promedio y acercándose a los 10°C durante el invierno promedio. La temperatura máxima registrada ha sido de 46°C durante el 5 de mayo de 1999 y la temperatura mínima registrada ha sido de -4°C durante el 27 de diciembre de 1983. Con una precipitación pluvial anual media de 1,000 mm.

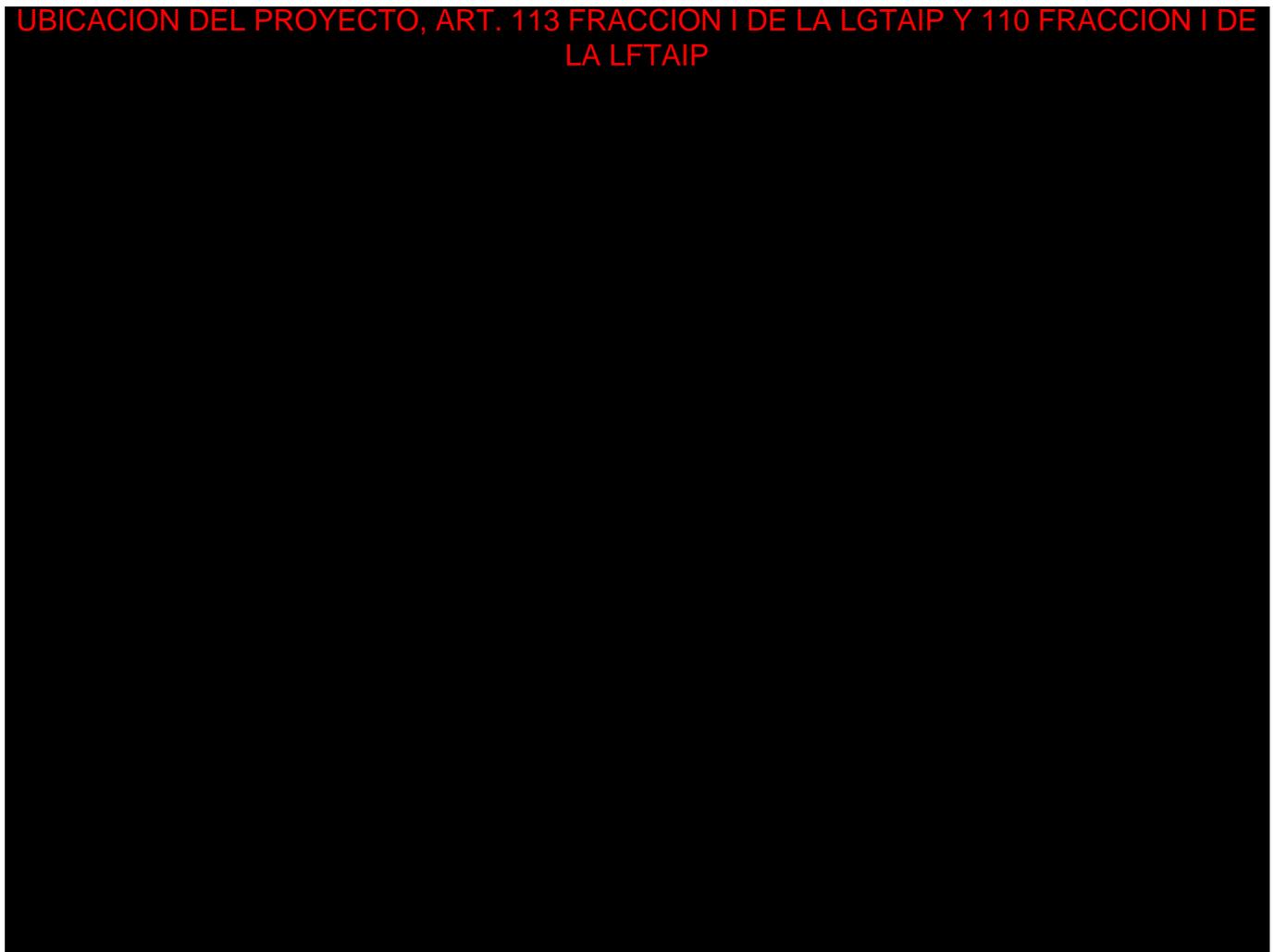
El tipo de clima existente en el área de influencia del proyecto, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1981) es Cálido Subhúmedo con clave Awo (**Ver Figura III.3**).

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

- Awo: Cálido Subhúmedo, Temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de Verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 41 |

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



Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Es importante mencionar, que de acuerdo a las características climáticas, la zona del proyecto contempla climas desde cálidos hasta subhúmedos que pueden variar desde muy caluroso en las planicies costeras hasta relativamente fresco en las partes altas.

En la **Tabla III.3** se presentan las normales climatológicas de la Estación 00028175 ALTAMIRA (DGE), que es la más cercana al sitio del proyecto.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 10 de 41 |

Tabla III.3. Normales climatológicas de la Estación 00028175 ALTAMIRA (DGE).

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|-------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010) | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN: 00022175 ALTAMIRA (DGE) ESTADO: Tamaulipas | | | | LATITUD: 22°25'23" N | | | LONGITUD: 097°56'42" W | | | ALTURA: 25.0 MSNM | | | |
| ELEMENTOS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 23.7 | 25.7 | 28.3 | 30.6 | 32.4 | 33.2 | 32.6 | 33.5 | 32.0 | 30.6 | 28.1 | 25.1 | 29.7 |
| Máxima mensual | 27.5 | 30.2 | 32.8 | 33.9 | 34.7 | 36.2 | 36.9 | 36.0 | 35.8 | 33.4 | 33.2 | 28.6 | |
| Año de máxima | 2008 | 2008 | 2009 | 2005 | 2010 | 2005 | 1980 | 2004 | 2010 | 2010 | 2003 | 2010 | |
| Máxima diaria | 33.0 | 35.0 | 42.0 | 41.0 | 46.0 | 39.0 | 44.0 | 39.0 | 40.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 | |
| Fecha máxima diaria | 23/2010 | 13/2000 | 29/2000 | 29/2005 | 05/1999 | 15/2005 | 14/2001 | 01/2000 | 19/2007 | 08/2003 | 20/1981 | 14/1987 | |
| Años con datos | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 26 | 28 | 29 | 29 | 27 | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 18.5 | 20.3 | 22.7 | 25.3 | 27.5 | 28.5 | 28.0 | 28.6 | 27.3 | 25.5 | 22.4 | 19.8 | 24.5 |
| Años con datos | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 26 | 28 | 29 | 29 | 27 | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 13.3 | 14.8 | 17.1 | 20.0 | 22.6 | 23.7 | 23.4 | 23.7 | 22.6 | 20.4 | 16.7 | 14.5 | 19.4 |
| Mínima mensual | 10.5 | 11.6 | 12.5 | 16.1 | 20.8 | 21.1 | 16.1 | 21.5 | 19.1 | 18.1 | 6.7 | 11.1 | |
| Año de mínima | 1987 | 2004 | 2008 | 1987 | 2008 | 2008 | 1987 | 2001 | 2008 | 2010 | 2003 | 2010 | |
| Mínima diaria | 2.0 | 1.0 | 2.5 | 7.0 | 5.5 | 14.0 | 7.0 | 19.0 | 11.0 | 10.0 | 0.9 | -4.0 | |
| Fecha mínima diaria | 23/1987 | 03/2004 | 10/1995 | 01/1987 | 03/2004 | 29/2008 | 01/1987 | 13/2001 | 27/2008 | 31/1993 | 17/2003 | 27/1983 | |
| Años con datos | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 26 | 28 | 29 | 29 | 27 | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 35.9 | 15.4 | 17.0 | 27.3 | 38.1 | 143.7 | 151.6 | 128.7 | 243.5 | 113.7 | 28.7 | 28.7 | 976.3 |
| Máxima mensual | 373.4 | 60.9 | 99.8 | 124.6 | 139.9 | 534.1 | 598.5 | 388.3 | 698.3 | 337.7 | 75.1 | 182.0 | |
| Año de máxima | 1994 | 2007 | 2007 | 2010 | 1984 | 1993 | 2008 | 1990 | 1984 | 2005 | 1986 | 1979 | |
| Máxima diaria | 147.7 | 27.3 | 89.7 | 115.3 | 75.5 | 128.0 | 198.7 | 226.0 | 234.1 | 130.0 | 34.0 | 88.0 | |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 11 de 41 |

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010) | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN: 00022175 ALTAMIRA (DGE) ESTADO: Tamaulipas | | | | LATITUD: 22°25'23" N | | | LONGITUD: 097°56'42" W | | | ALTURA: 25.0 MSNM | | | |
| ELEMENTOS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Fecha máxima diaria | 21/199 4 | 04/200 7 | 12/200 7 | 12/201 0 | 30/20 06 | 11/19 94 | 05/20 08 | 07/19 90 | 30/200 9 | 04/20 05 | 20/20 08 | 03/19 79 | |
| Años con datos | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 28 | 29 | 28 | 28 | |
| EVAPORACIÓN TOTAL | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Años con datos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| NUMERO DE DÍAS CON | | | | | | | | | | | | | |
| Lluvia | 5.5 | 3.0 | 2.8 | 2.6 | 4.7 | 8.5 | 9.0 | 8.9 | 13.0 | 7.8 | 4.9 | 4.9 | 75.6 |
| Años con datos | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 28 | 29 | 28 | 28 | |
| NIEBLA | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.8 |
| Años con datos | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 24 | 26 | 28 | 28 | 28 | |
| GRANIZO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Años con datos | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 24 | 26 | 28 | 28 | 28 | |
| TORRENTA E | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| Años con datos | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 24 | 26 | 28 | 28 | 28 | |

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Información Climatológica.

Los datos climáticos registrados por la estación “00028175 ALTAMIRA (DGE)”, que es la más cercana al área de influencia, señalan que la temperatura máxima anual es de 29.7°C, la temperatura promedio es de 24.5°C y la temperatura mínima anual es de 19.4°C; el valor de precipitación anual es de 976.3 mm, esto para el periodo de 1951-2010.

- Precipitación.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 12 de 41 |

De acuerdo con el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016, la temporada de lluvias se presenta de junio a octubre, con precipitación media anual entre los 1,043.8 mm en la Estación Altamira. El mes de septiembre es el más lluvioso, siendo los meses más secos de noviembre a mayo (Ver Figura III.4).

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas 2016.

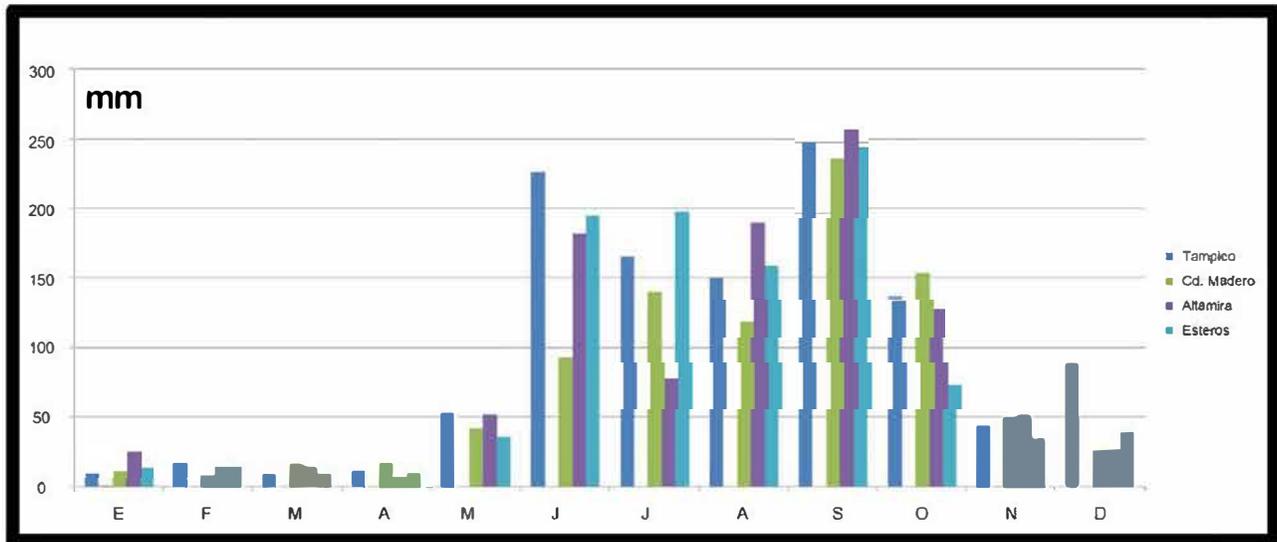


Figura III.4. Precipitación media mensual (mm) de las estaciones climatológicas Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira).

Fuente: Estaciones Climatológicas Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira).

- **Temperatura.**

Las mayores temperaturas medias se presentan entre los meses de mayo a septiembre y registran valores entre los 25° y 28°C, siendo agosto el de mayor temperatura con 28°C y enero el mes más frío cuando se registran temperaturas medias de 18°C. El promedio anual es de 24°C. Estas condiciones de temperatura y precipitación promueven un verano cálido y húmedo, con inviernos secos y fríos. La canícula se presenta en el mes de agosto, posterior a ésta las lluvias alcanzan su máxima intensidad.

En la región se reportan temperaturas promedio máximas mensuales del orden de los 34° C (mayo a septiembre) y mínimas de 10°C (enero). Sin embargo, históricamente han llegado a ser hasta de 44° C, y con mínimas de -1° C, situación que propicia condiciones climatológicas extremas, creando una situación de riesgo para la salud y las actividades productivas de su población (Ver Figura III.5).

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas 2016.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 13 de 41 |

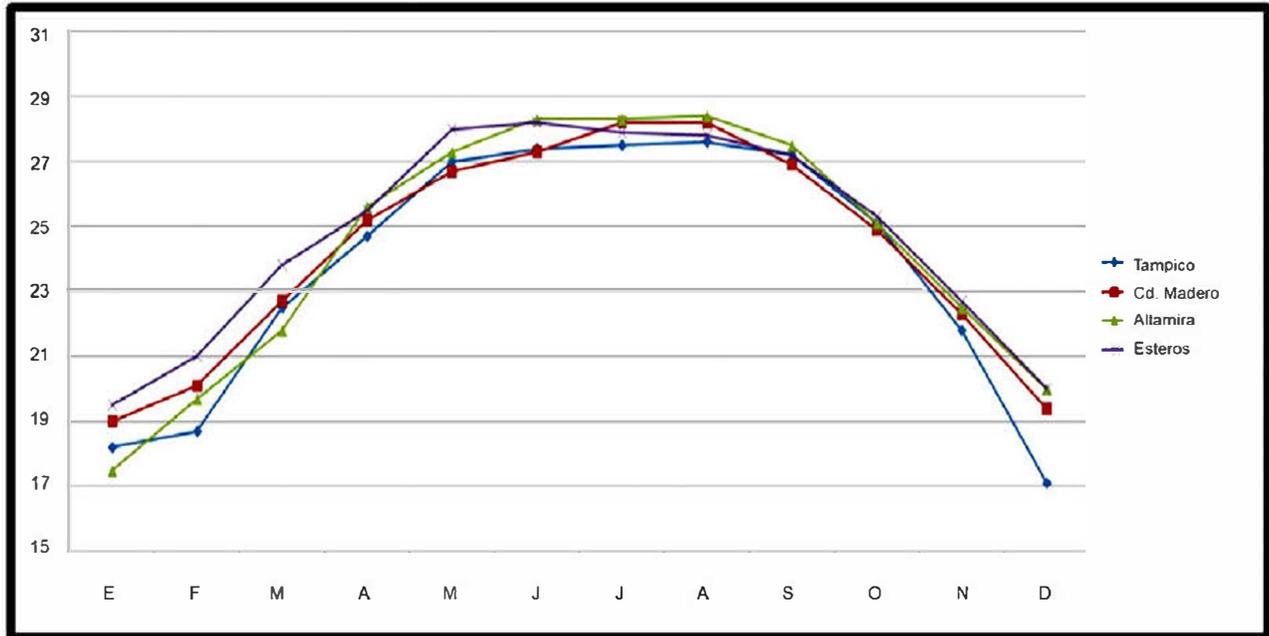


Figura III.5. Temperaturas medias mensuales (°C) de las estaciones climatológicas Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira).

Fuente: Estaciones Climatológicas Tampico, Ciudad Madero, Altamira y Esteros (Altamira).

- Vientos.**

Los vientos dominantes son del este-sureste y los reinantes del Nor–Noreste. Por carecer de datos en la Estación Altamira, se tomaron los registros de la Estación Tampico, los que indican que en un periodo de 15 años el promedio anual es 60.3% de frecuencia de vientos del este-sureste, con velocidad promedio de 2.8 m/seg (entre 2.58 a 3.3 m/seg), el 15.1% de vientos del norte con velocidad promedio de 4.7 m/seg (3.9 a 5.8 m/seg), y el 13.1% del este considerando su velocidad promedio de 2.2 m/seg. A pesar de que los vientos provenientes del sureste se consideran los dominantes en la zona, se registran variaciones durante el año, como por ejemplo, durante los meses de mayo a octubre se registra un 25% con dirección sureste y un 17.5% con dirección noreste. De noviembre a abril los vientos soplan del norte con una frecuencia del 10%, del este con una frecuencia del 25%, y del sureste con una frecuencia del 30% (Ver Figura III.6 y Tabla III.4).

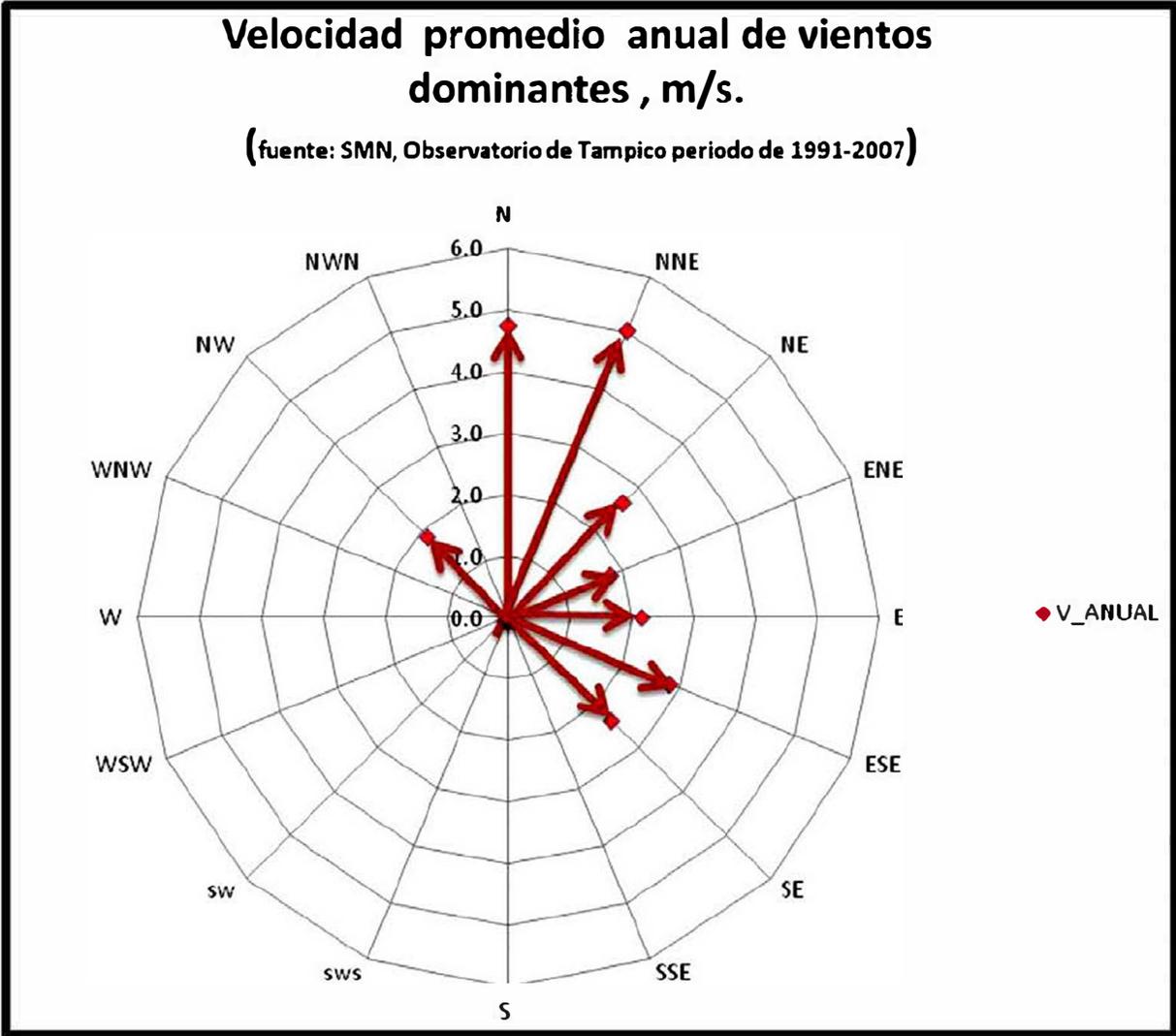


Figura III.6. Velocidad promedio de vientos dominantes.

Fuente: SMN, Observatorio de Tampico, datos del periodo de 1991-2007.

Tabla III.4. Velocidad promedio anual de vientos dominantes (m/seg).

| Dirección | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| N | 4.3 | 4.2 | 5 | - | - | - | - | - | 3.9 | 4.3 | 5.8 | 5.7 | 4.7 |
| NNE | 3.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 5.1 |
| NE | - | - | - | - | 2.8 | - | - | - | 2.3 | 2.8 | - | - | 2.6 |
| ENE | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.8 | - | - | - | 1.8 |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 15 de 41 |

| Dirección | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| E | - | - | 2.5 | 2.2 | 2.6 | 2.3 | 2 | 2.1 | 1.7 | 2 | - | - | 2.2 |
| ESE | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.2 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.8 |
| SE | 2.3 | - | 2.8 | - | - | - | - | - | 2.3 | - | 2.1 | - | 2.4 |
| NW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.4 | - | 1.3 | 1.9 |
| Promedio | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.7 | 2.3 | 2.5 | 3.5 | 4.9 | 3.1 |
| Máx. | 6.4 | 6.6 | 5 | 4.3 | 4.1 | 2 | 3.3 | 3.5 | 3.9 | 4.3 | 6.8 | 8.5 | 5.1 |
| Min | 1.7 | 1.2 | 1.9 | 1.8 | 2.2 | 1.9 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.7 |

Fuente: SMN, Observatorio de Tampico, datos del periodo de 1991-2007.

La Rosa de los Vientos para el municipio de Altamira muestra el número de horas al año en que el viento sopla en la dirección indicada. En este caso, la rosa de los vientos nos muestra que el viento sopla de Sureste (SE) a Noroeste (NO). A una velocidad máxima mayor a 12 km/hr (Ver Figura III.7).

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 16 de 41 |

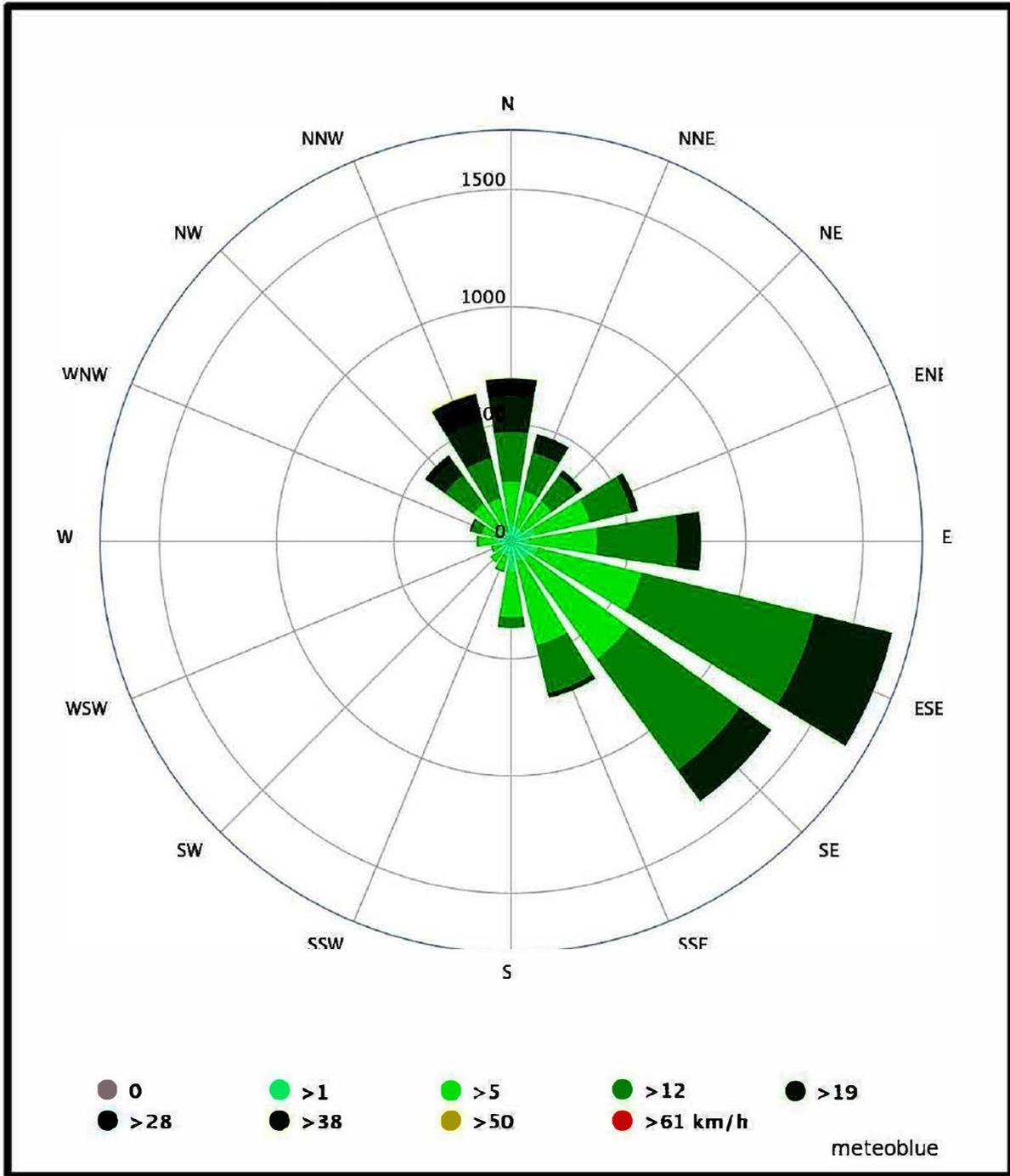


Figura III.7. Rosa de los vientos para el municipio de Altamira, Tamaulipas.

Fuente: www.meteoblue.com. Altamira, Tamaulipas.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 17 de 41 |

Además, se consultó la Estación “El Triunfo” (Ver Tabla III.5), en el municipio de Altamira, Tamaulipas, esto con el fin de obtener datos de la humedad relativa. La estación se encuentra ubicada en las coordenadas Latitud: 22.497305° y Longitud: -98.016888° A continuación, se presentan los datos registrados del periodo 2013-2017.

Tabla III.5. Humedad relativa (%) mensual en el periodo 2013-2017.

| Mes Año | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Promedio Total |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Enero | N/D | 81.27 | 85.38 | 78.82 | 77.7 | |
| Febrero | N/D | 86.12 | 83.99 | 74.18 | 79.33 | |
| Marzo | N/D | 82.67 | 85.83 | 80.17 | 82.18 | |
| Abril | N/D | 77.48 | 83.12 | 79.55 | 74.30 | |
| Mayo | 43.92 | 77.05 | 82.34 | 78.03 | 77.84 | |
| Junio | 79.63 | 82.71 | 80.55 | 76.69 | 75.63 | |
| Julio | 82.14 | 80.88 | 80.43 | 78.12 | 81.63 | |
| Agosto | 83.03 | 80.10 | 75.91 | 82.08 | 79.23 | |
| Septiembre | 88.89 | 87.07 | 79.79 | 84.73 | 86.00 | |
| Octubre | 83.03 | 83.79 | 79.31 | 80.53 | N/D | |
| Noviembre | 80.89 | 83.29 | 81.03 | 80.44 | N/D | |
| Diciembre | 85.02 | 86.73 | 76.47 | 84.30 | N/D | |
| Promedio | 78.32 | 82.43 | 81.18 | 79.80 | 79.32 | 80.21 |
| Máximo | 88.89 | 87.07 | 82.34 | 84.73 | 86.00 | 85.81 |
| Mínimo | 43.92 | 77.05 | 75.91 | 76.69 | 75.63 | 69.84 |

Fuente: Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas INIFAP.

- **Fenómenos meteorológicos.**

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico (Ver Tabla III.6), 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 periodo del año 2001 al 2018.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 18 de 41 |

Tabla III.6. 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, Durango y Zacatecas | |
| | Atlántico | 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 |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 19 de 41 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados Afectados |
|------|-----------|-----------|-----------|--|
| | 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 |
| | | Trudy | TT | Guerrero, Chiapas y Oaxaca |
| | | Vance | DT | Sinaloa, Durango, Jalisco, Colima, Nayarit |
| | Atlántico | Dolly | TT | San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz |
| | | DT 9 | DT | Campeche |
| 2013 | Pacífico | Cosme | H1 | Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa |
| | | Dalila | H1 | Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa |
| | | Erick | H1 | Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur |
| | | Juliette | TT | Nayarit, Sinaloa, Sonora y Baja California Sur |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 20 de 41 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados Afectados | |
|-----------|-----------|---------|-----------|---|---------------------------------------|
| | | Lorena | TT | Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur | |
| | | Manuel | H1 | Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa | |
| | | Octave | TT | Baja California Sur, Sinaloa y Sonora | |
| | | Raymond | H3 | Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y Guerrero | |
| | | Sonia | TT | Sinaloa, Nayarit, Durango, Baja California Sur y Jalisco | |
| | Atlántico | Barry | TT | Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla y Tlaxcala | |
| | | Fernand | TT | Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla y Tlaxcala | |
| | | Ingrid | H1 | Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León e Hidalgo | |
| | | Karen | TT | Yucatán y Quintana Roo | |
| | | 2012 | Pacífico | Bud | H3 |
| 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 | |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 21 de 41 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados Afectados |
|------|-----------|-----------|-----------|---|
| 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 |
| | 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, |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 22 de 41 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados Afectados |
|------|-----------|----------|-----------|--|
| | | | | 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 |

H: Huracán. TT: Tormenta Tropical. DT: Depresión Tropical

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

A continuación se muestran las áreas más susceptibles a huracanes dentro del país (Ver Figuras III.8 y III.9).

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

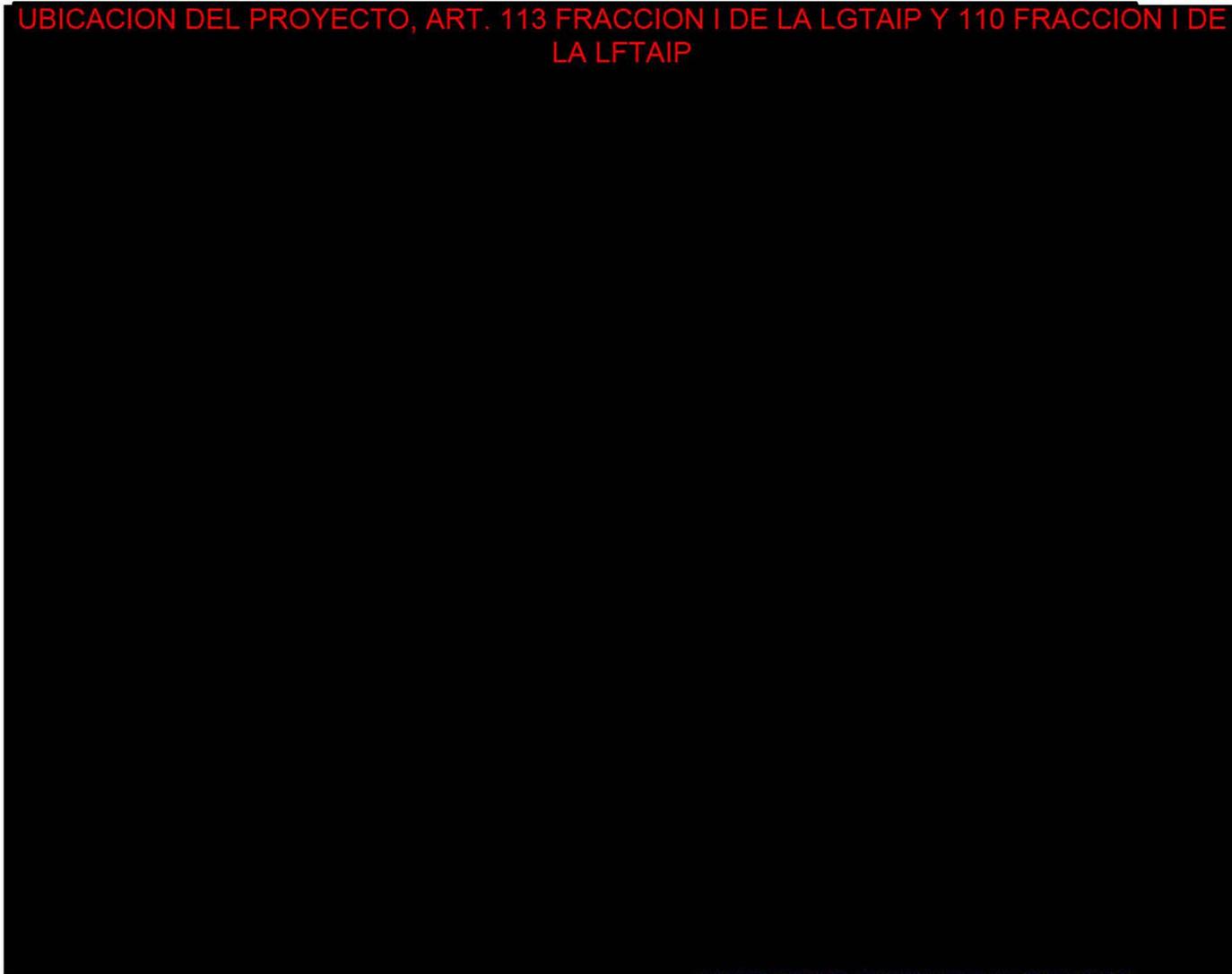
| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 23 de 41 |

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

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 24 de 41 |

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



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

De acuerdo a la **Tabla III.6** y a las **Figuras III.8 y III.9**, se considera que la zona en donde se encuentra el proyecto, no tiene un alto nivel de susceptibilidad a fenómenos climatológicos, tales como huracanes y tormentas tropicales, esto debido a que en el período comprendido del año 2001 al 2018 se cuenta con 15 registros de incidencia en el Estado. Para el 2017 se tiene el registro del Huracán categoría 1 Franklin, para el 2016 la Tormenta Tropical Danielle y el Huracán categoría 1 Earl, para el 2015 el Huracán categoría 5 Patricia, para el 2014 la Tormenta Tropical Dolly, para el 2013 el Huracán categoría 1 Ingrid, para el 2011 la Tormenta Tropical Arlene, para el 2010 las Tormentas Tropicales Hermine, DT2 y Alex, para el 2008 la Tormenta Tropical Dolly, para el 2005 las Tormentas Tropicales Gert y Bret y el Huracán categoría 4 Emily y por último en el 2003 el Huracán Erika con categoría 1.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 25 de 41 |

- **Masas de aire (Heladas, Granizo y Nevadas).**

Heladas.

La región ha presentado baja frecuencia de heladas. En el periodo de 1961 a 1998 se registraron solo 3 días en el mes de diciembre y 1 en enero. Las heladas en la zona se encuentran relacionadas con el clima (alta humedad), su cercanía al Golfo de México y a la latitud de su territorio, obteniendo una frecuencia en la zona entre los 0-20 días de heladas por año.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

Granizadas.

Las granizadas son poco frecuentes en la región, y no guardan un patrón de comportamiento definido, pero generalmente se presentan durante las precipitaciones de tipo tempestuoso en el verano. Se registran en los meses de febrero, mayo, julio y noviembre.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

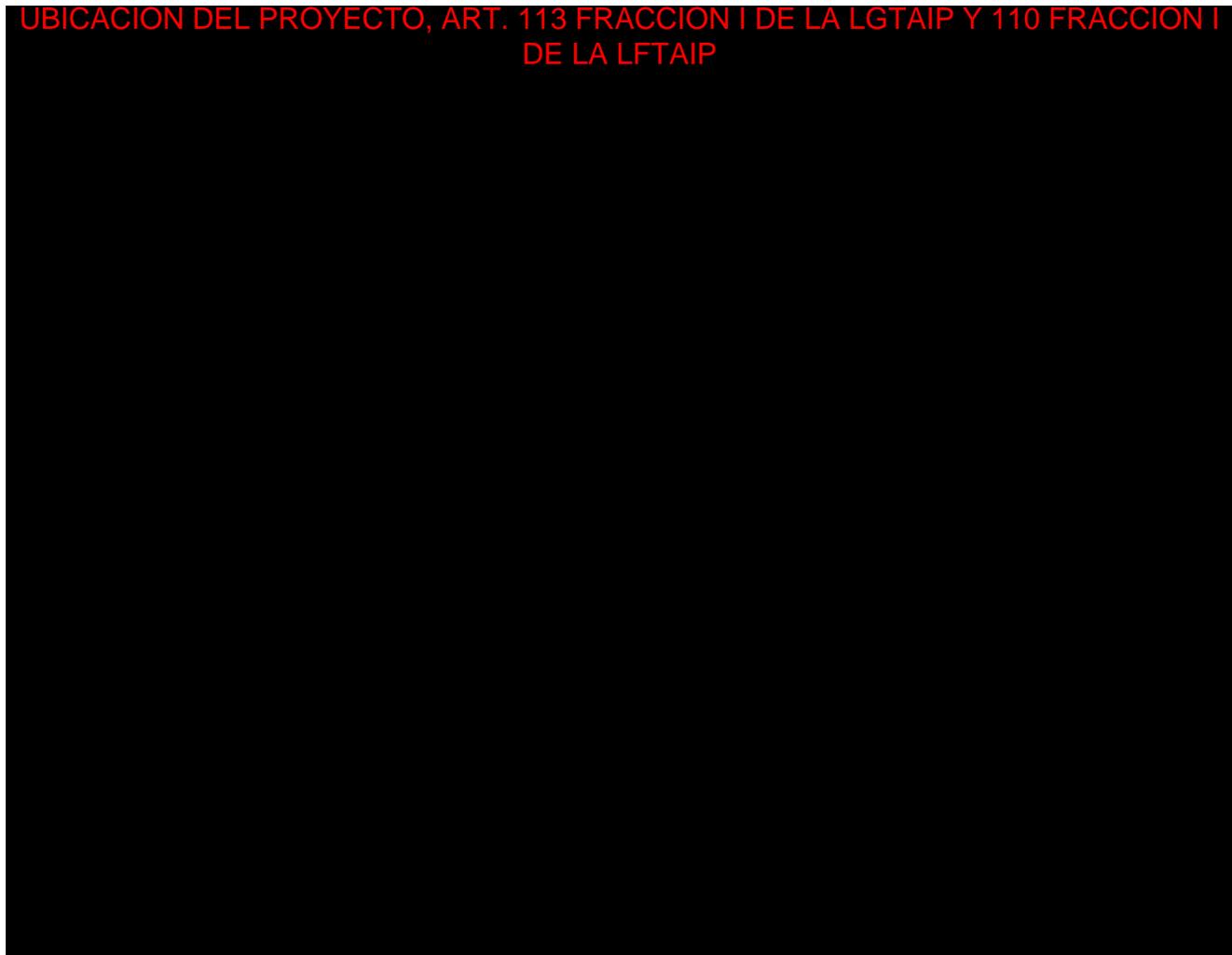
III.2.2.2. Geología y geomorfología.

Geomorfología (características geomorfológicas y de relieve).

El área de influencia del proyecto se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte, en la Subprovincia Llanuras y Lomeríos. En dicha zona prevalece la Topoforma de Llanura (*Llanura Aluvial*), su altitud varía hasta los 10 msnm (**Ver Figura III.10**).

Ver Anexo 1 para más detalle.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 26 de 41 |



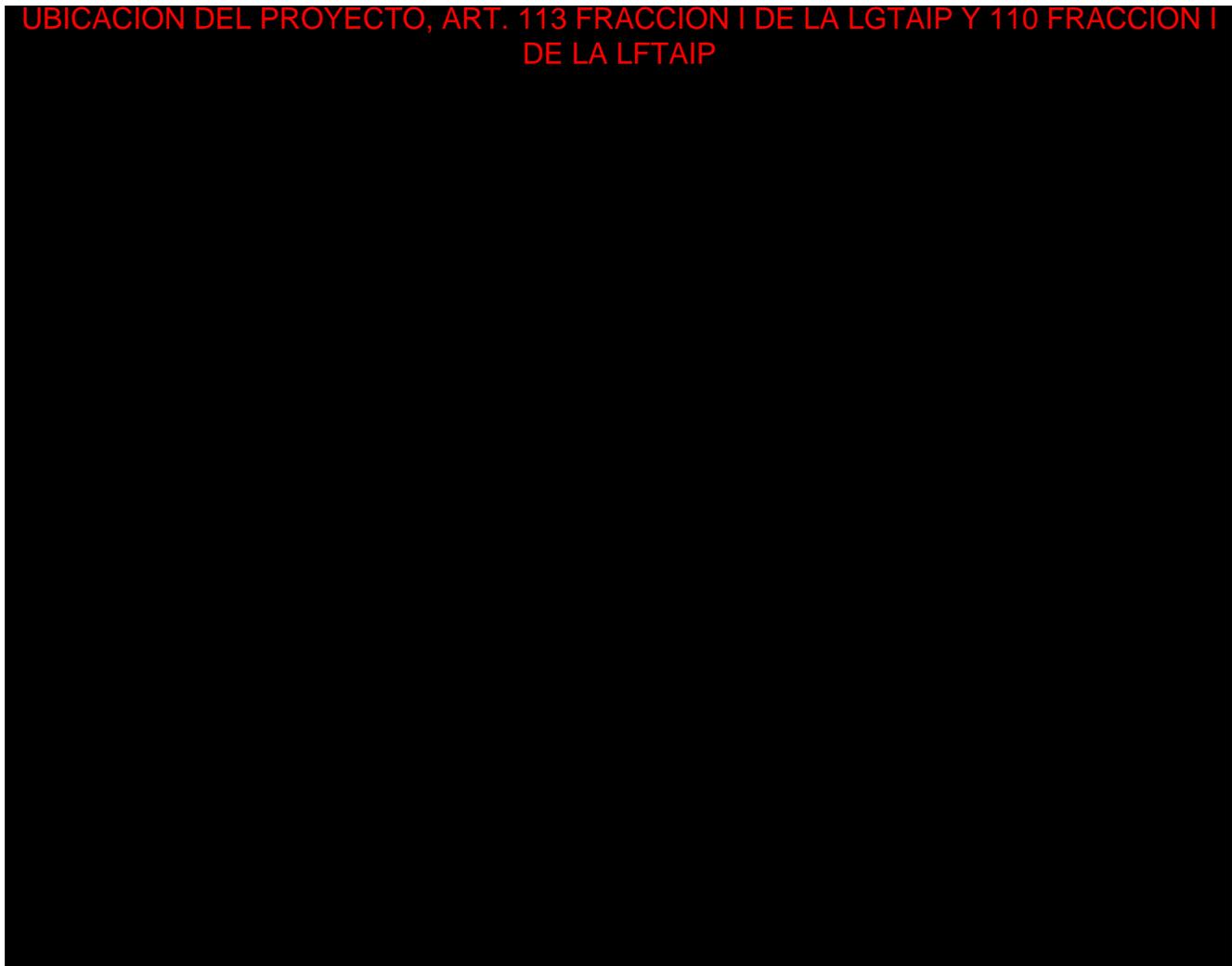
Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Geología (características litológicas y presencia de fallas y fracturas).

La distribución de la litología se muestra en la **Figura III.11 (Anexo 1)** para más detalle). Predomina el suelo de Lutita - Arenisca; To(lu-ar).

Dentro del buffer de 500 m que se realizó para el proyecto, no existen fallas y fracturas geológicas, ya que estas no son características en el tipo de litología mencionado.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 27 de 41 |



Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Susceptibilidad de la zona.

- **Sismicidad.**

El proyecto, dada su ubicación en la zona “A” catalogada como zona de escasa actividad sísmica y de escasa magnitud con sismos poco frecuentes, de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional (SSN), para el Estado de Tamaulipas la frecuencia de sismos es escasa, para el periodo 1983 a 2008 se han registrado sismos con magnitudes menores a 4.8, los cuales no han llegado a representar riesgo para sus habitantes y difícilmente se perciben (**Ver Figura III.12**).

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 28 de 41 |

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

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

- **Inundación y encharcamientos.**

En base con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Altamira, Tamaulipas, 2012, el polígono Municipal de Altamira Tamaulipas tiene gran interacción con cuerpos de agua como lo son el sistema Lagunario Guayalejo-Tamesi en la parte continental del Estado así como cuerpos de agua salobre en la parte costera limítrofe con el Golfo de México es por estos atributos ambientales de ecosistemas frágiles que elevan el riesgo por inundación en zonas urbanizadas con cotas bajas, dichas áreas están comprometidas o íntimamente relacionadas con las zonas lagunares, uno de los sitios con alta vulnerabilidad ante este evento es la conexión o hidroconexión de origen antropogénico que se encuentra ubicado entre los ejido El Chapopote y Vuelta de las Yeguas en donde existe una comunicación directa con masas de agua del sistema Guayalejo-Tamesi hacia la Laguna de Champayan afectando la comunicación entre los dos ejidos por un periodo o lapso de tiempo prolongado según el evento

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 29 de 41 |

meteorológico y la respuesta a la emergencia.

Otro de los sitios con alta vulnerabilidad son los ejidos conocidos como Los Cederos y El Caimán que están aledaños a sistemas de escurrimientos superficiales de baja topografía, dentro de las zonas con mayor interacción y que se encuentran mayormente urbanizadas están los ejidos El Repecho y Tres de Mayo (Mata Negra) los cuales conjugan los elementos esenciales para depositar mayor énfasis en alternativas de mitigación de riesgo a futuro considerando la expansión de la mancha urbana.

Dentro del análisis de riesgo por inundación por ambientes salinos o limítrofes a Lagunas o aguas Marinas interiores tenemos las zonas detectadas en el área denominada Ejido El Barranco que es el punto más al Norte del Municipio y frontera con el Municipio de Aldama en donde los divide solo el estero que lleva el nombre de Barberena que tiene influencia directa por la Laguna de Morón, a su vez más al Sur se tiene la zona denominada de Las Marismas que aunque pertenece al recinto portuario de Altamira conserva Hidroconexiones directas con el ejido El Contadero el cual se encuentra urbanizado debido a la influencia directa de la expansión de la mancha urbana del Municipio de Cd. Madero la cual ejerce una alta presión sobre los ecosistemas frágiles de la región.

Debido a la ocurrencia de Ondas Tropicales y Huracanes mismos que forman parte de la dinámica de la naturaleza, las inundaciones representan un peligro potencial muy importante para el municipio de ciudad Altamira y de manera muy particular en su franja costera y lagunar. Por lo que la planeación urbana además de proveer servicios públicos básicos e infraestructura urbana para el buen funcionamiento de la ciudad, deberá tomar en cuenta los costos que han de asumir si un fenómeno natural como un huracán de mediana intensidad a superior rompe con el equilibrio de estas funciones.

De acuerdo a la zonificación de peligro por inundación del Atlas de Riesgo del municipio, para la zona del proyecto no se encuentra contemplado este peligro, sin embargo, el riesgo potencial de ocurrencia es latente para el municipio, por lo que es importante considerar este tipo de fenómenos naturales en la zona del proyecto.

III.2.2.3. Suelos.

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.

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

- **Tipos de suelo.**

En el caso del municipio de Altamira, las características de los suelos corresponden a dos asociaciones representadas por suelos inundables cercanos a cuerpos de agua y otros a terrenos firmes. El suelo es de conformación granular, presenta altas características de movilidad y permeabilidad, permitiendo el fácil tránsito de aguas subterráneas que conforman un sistema lagunario muy complejo; lagunas de agua dulce, que se originan como consecuencia de escurrimientos provenientes de tierra adentro, por cauces

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 30 de 41 |

subterráneos paralelos al Río Tamesí. Se trata de una plataforma terrestre que se originó como consecuencia de las regresiones marinas, en la que se manifiesta la presencia de pulverizaciones de rocas sedimentarias que fueron transformadas en arenas. Abundan las lutitas, areniscas y los suelos lacustres intermitentes y permanentes. Los tipos de suelo encontrados en la zona son: solonchak, vertisol, cambisol, chernozem, feozem, litosol, regosol.

De acuerdo a la clasificación de la cartografía temática de INEGI presentada para “Edafología”, en el área de influencia se presentan suelos (unidades edafológicas) de tipo Regosol eútrico + Chernozem cálcico + Vertisol pélico, estos con una Clase Textural Media (2) y una Fase Química Salina – Sodica (sn) (Rc+Ck+Vp/2/sn) (Ver Tablas III.7, III.8, III.9 y Figura III.13).

Ver Anexo 1 para más detalle.

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

Tabla III.7. Propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo.

| Unidades de Suelo | | |
|-------------------|-----------|--|
| Código | Nombre | Definición |
| R | Regosol | Del griego <i>reghos</i> : manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. |
| C | Chernozem | Del ruso <i>chern</i> : negro; y <i>zemljá</i> : tierra. Literalmente, tierra negra. Suelos alcalinos ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral como las llanuras y lomeríos del norte de Veracruz o parte de la llanura costera tamaulipeca. Son suelos que sobrepasan comúnmente los 80 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color negro, rica en materia orgánica y nutrientes, con alta acumulación de caliche suelto o Ligeramente cementado en el subsuelo. En México se usan para ganadería ganadería extensiva mediante el pastoreo o intensiva mediante pastos cultivados con rendimientos de medios a altos; en la agricultura son usados para el cultivo de granos, oleaginosas y hortalizas con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están bajo riego. Se consideran en estado natural un poco más fértiles que los Castañozems. Son moderadamente susceptibles a la erosión. |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 31 de 41 |

| Unidades de Suelo | | |
|-------------------|----------|---|
| Código | Nombre | Definición |
| V | Vertisol | Del latín vertere, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltear. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, Y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. |

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

| Calificadores de las Subunidades de Suelo | | |
|---|---------|---|
| Código | Nombre | Definición |
| e | Eútrico | Del griego eu: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos. Unidades de suelo: Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Histosol, Nitosol, Planosol y Regosol. |
| k | Cálcico | Del latín <i>calx</i> : cal. Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. En los Chernozems y Castañozems esta capa tiene más de 15 centímetros de espesor. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta. Unidades de suelo: Cambisol, Castañozem, Chernozem, Luvisol, Xerosol y Yermosol. |
| p | Pélico | Del griego pellos: gnsaceo. Subunidad exclusiva de los Vertisoles Indican un color negro o gris oscuro. |

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 32 de 41 |

Tabla III.8. Clase Textural de los Tipos de Suelo.

| Clase Textural | | |
|----------------|--------|--|
| Código | Nombre | Definición |
| 2 | Media | Suelos con equilibrio de arcilla, limo y arena |

Fuente: Diccionario de datos edafológicos. Escala 1:250 000 (Vectorial).

Tabla.9. Fase Química de los Tipos de Suelo.

| Fase Química | | |
|--------------|-----------------|---|
| Código | Nombre | Definición |
| sn | Salina - Sodica | Presenta ambas fases con sus características particulares |

Fuente: Diccionario de datos edafológicos. Escala 1:250 000 (Vectorial).

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 33 de 41 |

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

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

III.2.2.4. Hidrología subterránea y superficial.

- **Hidrología superficial.**

Existen elementos de suma importancia que dan continuidad y coherencia al paisaje natural del municipio e incluso son símbolo y delimitan el entorno urbano. El municipio está constituido por los siguientes elementos: el Río Barberena (zona norte), nace en el Municipio de Aldama y desemboca en el Golfo de México; el sistema lagunar de Champayán (zona oeste) es el elemento principal del paisaje natural, además de representar una de las áreas ecológicas más importantes de la región por su flora y fauna; cubre un área importante del territorio municipal, se conecta con el Río Tamesí hasta desembocar en el Río Pánuco. El sistema lagunar (zona este) integrado por las lagunas: del Conejo, el Chango, el Cañón, el Sauz, el Gringo y Aguada Grande; al norte de la cabecera municipal se localiza el arroyo Garrapatas, parte de este

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 34 de 41 |

cuerpo de agua se localiza dentro del polígono que integra el recinto portuario al igual que la zona de Marismas. Tanto los sistemas lagunares como las Marismas forman parte del corredor biológico Norte-Sur del continente.

Como se ha hecho mención, el elemento hidrológico más importante para el Municipio de Altamira, después del Golfo de México, es el Río Tamesí, que se caracteriza por presentar en su último tramo, meandros y extensas lagunas que sirven como vasos reguladores durante las crecientes y como cuerpos de decantación de sedimentos al restringir la velocidad del mismo. Otros elementos hidrológicos importantes incluidos en la zona dentro de la cuenca del Río Guayalejo-Tamesí son: la laguna Champayán, la zona de Marismas, las lagunas el Cos, del Gringo, Jaure, del Conejo, estero La Tuna, La Puente, Estero Barberena, y el Estero La Tapia, entre otros.

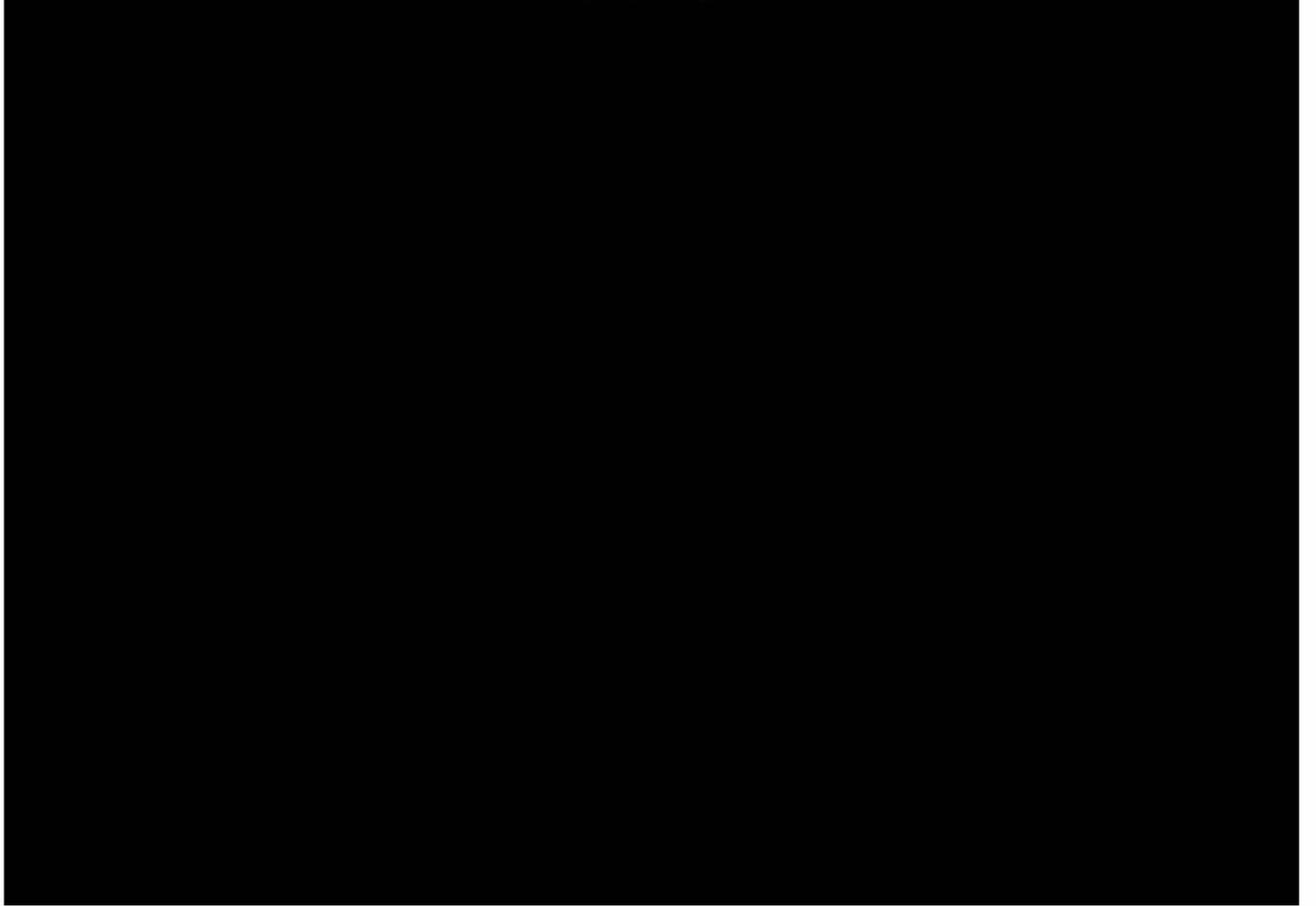
Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

El Proyecto incide en la RH25 San Fernando - Soto la Marina, la cual cubre el 55.56% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y este de la entidad hacia los ríos Soto la Marina y San Fernando y las lagunas Madre, San Andrés y Morales; para verter finalmente sus aguas al Golfo de México. A su vez, incide en la Cuenca Hidrológica Laguna de San Andrés-Laguna Morales la cual cubre el 8.02% del territorio (**Ver Figura III.14**).

Es importante mencionar, que el proyecto no tiene incidencia en ningún cuerpo de agua, por lo que su realización no traerá consigo consecuencias.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 35 de 41 |

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



Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Hidrología subterránea.

Se denomina acuífero a una masa de agua existente en el interior de la corteza terrestre debida a la existencia de una formación geológica que es capaz de almacenar y transmitir el agua en cantidades significativas. Desde el punto de vista hidrológico, el fenómeno más importante relacionado con los acuíferos es la recarga y descarga de los mismos. La recarga natural de los acuíferos procede básicamente del agua de lluvia que a través del terreno pasa por infiltración a los acuíferos. Esta recarga es muy variable y es la que geológicamente ha originado la existencia de los acuíferos. Por otra parte, la recarga natural tiene el límite de la capacidad de almacenamiento del acuífero de forma que en un momento determinado el agua que llega al acuífero no puede ser ya almacenada y pasa a otra área, superficie terrestre, río, lago o incluso otro acuífero.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 36 de 41 |

El área de influencia se ubica dentro del acuífero Zona Sur (2813) (**Ver Figura III.15**).

Acuífero Zona Sur (2813).

El Acuífero Zona Sur comprende una superficie de 1,834 km² de la porción sur del estado de Tamaulipas. La zona se encuentra delimitada por los paralelos 22° 14' y 22° 45' de latitud norte y los meridianos 97° 47' y 98° 20' de longitud oeste. Colinda al norte con el acuífero Aldama - Soto La Marina, al oriente con el Golfo de México, al occidente con el acuífero Llera – Xicotencatl y al sur con el acuífero Tampico - Misantla del estado de Veracruz.

Entradas

- ***Recarga vertical (Rv).***

Este término de la ecuación de balance que contempla la infiltración por lluvia en el área de balance se considerara como la incógnita, al despejar los valores de las demás incógnitas en la ecuación de balance nos da un valor de 14.1 hm³/a (Millones de metros cúbicos anuales).

- ***Infiltración o Recarga Procedente de Cuerpos de Agua (Ica).***

Con relación a las aportaciones por cuerpos de agua superficial, gran parte del límite suroeste del acuífero (30 km aprox.) Desde Tampico hasta Mata del Abra, está en contacto con el Sistema Lagunario, estimando que de acuerdo a la constitución litológica que prevalece en la zona (lutitas, areniscas y arenas), estas dos últimas en ciertas áreas deben tener relación directa con alguna laguna donde se debe generar la infiltración hacia el acuífero, pero por no contar con obras subterráneas en esta franja con las cuales podríamos inferir donde se genera la infiltración, se ha estimado conservadoramente que de los 30 km. Que están en relación directa con la laguna. Solo en un 20 % (6 km.) Se produce esta, determinando la infiltración hacia el acuífero de la siguiente manera.

- ***Recarga total media anual (Rt).***

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 14.8 hm³ /año (Millones de metros cúbicos anuales).

- ***Descarga natural comprometida.***

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 37 de 41 |

Para el caso del acuífero Zona Sur, el valor es de 3.6 hm³ anuales, de los cuales 0.34 corresponden a salidas a corrientes superficiales, 0.15 corresponden a las salidas subterráneas hacia el mar que se deben dejar escapar para mantener el equilibrio de la interfase marina, 0.2 a descargas a cuerpos de agua y los 2.9 hm³ restantes al 25 % de la evapotranspiración que debe comprometerse para preservar el ecosistema costero.

Fuente: [Comision Nacional del Agua Actualizacion de la disponibilidad media anual de agua en el Acuifero Zona Sur Bravo \(2813\) Estado de Tamaulipas. Comisión Nacional del Agua.](#)

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

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 38 de 41 |

III.2.3. COMPONENTES BIÓTICOS.

III.2.3.1. Vegetación.

La superficie estatal está cubierta en un 27.8% por zonas agrícolas, el 25.3% por matorrales, el 22% pastizales, el 10.5% por selvas, el 8% por bosques, el 2% por mezquiales y el 4.4% restante por otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Los matorrales se hallan principalmente en los lomeríos del centro y noroeste de la entidad y en la llanura desértica del extremo suroeste; predomina el matorral xerófilo. Las principales especies presentes y el uso que se les da, son: gavia (madera), corvagallina (leña) e izote (fibras).

Los pastizales se hallan principalmente en los lomeríos del noroeste de la entidad y en las llanuras y lomeríos del sureste; predomina el pastizal cultivado y en muy poca proporción el inducido y el natural. Las principales especies presentes son: estrella africana, zacate privilegio, zacate pangola, zacate buffel y zacate tres barbas; todos estos usados para forraje.

Las selvas se hallan en las estribaciones de las sierras; predominan las selvas caducifolia y espinosa. Las principales especies presentes son: aguacatillo, tepeguaje, guácima, palo mulato y cruceto; todas estas usadas como madera.

Los bosques se hallan en las partes altas de las sierras; predominan los bosques de encino y los de coníferas. Las principales especies presentes son: encino, copalillo, pino chino y nopal; todos estos usados como madera.

Los mezquiales se hallan principalmente en las zonas áridas del noreste y sureste de la entidad. Las principales especies presentes y el uso que se les da, son: mezquite (madera), ébano (madera), nagua blanca (forraje), cruceto (madera) y gavia (madera)

El municipio de Altamira, desde el punto de vista florístico, forma parte de la Región Caribeña y queda incluida en la provincia florística denominada Costa del Golfo de México. Los pastizales cultivados son la comunidad vegetal que ocupa un mayor porcentaje en el municipio. Sin embargo, aún se pueden encontrar algunos remanentes de vegetación natural mezclada con zonas de cultivos o potreros.

En general se registraron los siguientes tipos de vegetación para el municipio.

Selva baja caducifolia.- Esta comunidad vegetal esta pobremente representada en el municipio, existiendo pocos manchones de la misma. Se desarrolla en zonas más secas y en terrenos planos y de suelos profundos. La estructura y composición florística de esta selva baja, además de la presencia de espinas en algunas especies, le da un aspecto semejante a matorrales. Las especies predominantes son: Mezquite (*Prosopis laevigata*); Ébano (*Ebanopsis ébano*), Guacima (*Guazuma ulmifolia*) y Huizache (*Acacia farnesiana*), Chaca (*Bursera simaruba*), Uvero (*Cocioloba barbadensis*), Tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), entre los más importantes.

Pastizal cultivado.- Este es el tipo de comunidad vegetal que está mejor representado en el municipio, ha sustituido a selvas bajas, al cambiar el uso de suelo con propósitos agrícolas o ganaderos. Ocupa extensas áreas cultivadas de zacate guinea y zacate estrella principalmente.

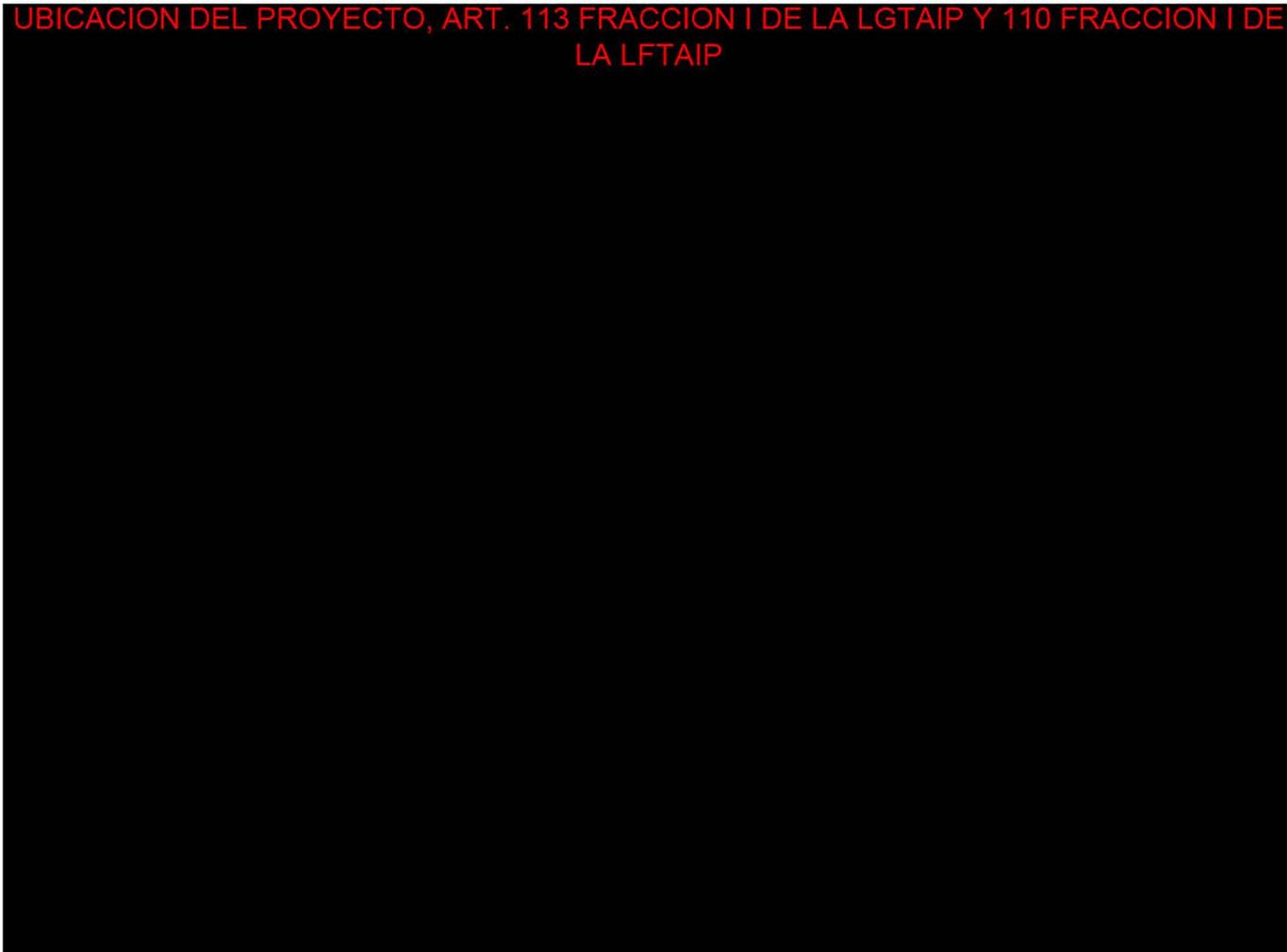
La mayor extensión de la región (43%) se encuentra cubierta por pastizales, ubicados en la mayor parte del Municipio de Altamira, principalmente al norte y oeste, en relación a zonas agrícolas, estas ocupan el

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 39 de 41 |

21%, ubicadas en la región Centro, Centro-Norte y al Oeste. La selva del tipo baja caducifolia, se presenta con un 9% de la superficie, localizándose de manera irregular en manchones ubicados al centro, norte, sur y en mayor proporción al este del municipio de Altamira. Las características de la región, por su cercanía al mar y sus zonas de laguna, presentan condiciones idóneas para el crecimiento de vegetación tular y halófila ocupan el 3% de la superficie distribuida en una franja al Sur de Altamira y una porción en las marismas. El 24% restante del territorio, se compone de áreas sin vegetación, localizadas en la zona costera, cuerpos de agua, ubicados en el extremo oeste de Tampico, sur y este de Altamira, zonas urbanas, en pequeños manchones al centro y sureste, del municipio de Altamira, sureste de Tampico y en la totalidad del municipio de Madero, siendo las zonas más representativas de áreas urbanas.

Fuente: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.

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



Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 40 de 41 |

III.2.3.2. Fauna.

El Estado de Tamaulipas ocupa el puesto 7 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El inventario de fauna silvestre de la entidad a abril de 2015 era de 3.166 especies: 2.262 especies de invertebrados y 904 especies de vertebrados (152 especies de mamíferos, 545 de aves, 40 de anfibios, 111 reptiles y 56 de peces).

En esta entidad está representada el 49% de la avifauna que habita en México y el 38% de los mamíferos voladores presentes en el territorio nacional.

De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 52 mamíferos, 20 anfibios, 56 reptiles y 85 aves.

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: ardilla tropical, lince americano, ardillón punteado, coyote, coatí norteño, miotis mexicano, murciélago moreno norteño, tamandúa norteño, rata algodónera crespá, gamo, murciélago desértico norteño, murciélago pelo plateado, murciélago cara arrugada, temazate rojo, ratón espinoso mexicano, castor americano, ballena jorobada, orca común, delfín común, ballena azul, delfín tornillo, tepescuintle, puercoespín mexicano y ratón de cactus, entre otros.

Dentro de las especies de aves presentes en la entidad están: colibrí pico ancho, urraca papán, tórtola cola larga, chorlo tildío, aguililla gris, pava cojolita, chipe torso verde, hocofaisán, guacamaya verde, garceta rojiza, garza tigre mexicana, halcón enano, gaviota argénteá, charrán real, carpintero lineado, tordo sargento, alcaudón verdugo, loro tamaulipeco, cuervo llanero, águila elegante, tinamú canelo, papamoscas negro, paloma morada y perico monje, entre otras.

Dentro de las especies de anfibios presentes en la entidad están: sapo nebuloso, tlaconete tamaulipeco, rana de hojarasca decorada, siren menor, tritón de manchas negras, rana grillo del noreste, sapo texano, sapo del río Conchos, rana de coro manchada, rana de bigotes, salamandra, ranita grillo y tlaconete de Galeana, entre otras.

Dentro de las especies de reptiles presentes en la entidad están: tortuga del desierto de Tamaulipas, boa, tortuga lora, cascabel de cola negra, víbora de cascabel totonaca, lagartija espinosa del noreste, iguana verde, culebra caracolera de oriente, abaniquillo verde del noreste, tortuga de caja, culebra chata de montaña, culebra ratonera mica, eslizón chato, chirrionera roja, huico de seis líneas, toloque coronado, culebra cabeza negra, alicante, geco de bandas del noreste, culebra real, culebra encapuchada de pradera y serpiente coralillo del noreste, entre otros.

Para el municipio de Altamira, no se encuentra una descripción actual de la fauna que se puede encontrar, sin embargo se presentara alguna de la fauna existente en el estado de Tamaulipas, donde la mayoría se puede encontrar en el Municipio de Altamira.

En los Bosques podemos encontrar: ardilla voladora, musaraña, topo, culebra encapuchada, culebra listonada, sapo verde, salamandra, tlaconete y tritón. En la Selva: jagua-rundí, nutria, murciélago, mico de noche, loro, lagarto, así como culebras cavadora y ojo de gato. Matorral: tuza, boa (constrictor), cascabel chilladora y xenosaurio. Manglar: cocodrilo, cangrejo ermitaño, iguana espinosa y lagartija cornuda.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | CAPÍTULO | III |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 41 de 41 |

Como especies en peligro de extinción para el Estado de Tamaulipas se encuentran: el mono araña, el ocelote y la tayra. Cabe mencionar que en el Área de Influencia no se encuentra alguna de estas especies vulnerables.

Fuente: [Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas. 2016.](#)

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 17 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS..... | 2 |
| IV.1. LISTA DE VERIFICACIÓN..... | 2 |
| IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES. | 3 |

Tabla

| | |
|---|----|
| Tabla IV.1. Antecedentes de accidentes e incidentes. | 15 |
|---|----|

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 17 |

IV. 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, se sustenta con lo establecido en la guía de la ASEA, la cual considera la aplicación de cualquiera de las siguientes metodologías:

- Identificación de Peligros (Hazid)
- Lista de Verificación
- Revisión de Seguridad

Para la identificación preliminar de los riesgos del Proyecto se utilizó la metodología de lista de verificación, la cual es adecuada para el tipo de instalación del proyecto.

IV.1. LISTA DE VERIFICACIÓN.

La Lista de Verificación se basa en el desarrollo de una lista de puntos de un estándar o procedimiento para verificar el estado con lo que debe contar un sistema para el funcionamiento y operación segura.

Es sencilla, rápida y fácil de aplicar, no se requiere personal con mucha experiencia.

Para la elaboración de la lista de verificación, se debe delimitar el alcance del estudio, de acuerdo con la etapa correspondiente del proyecto.

[Análisis de Riesgos/Peligros en los procesos.
Parte 1 Metodologías. Sergio Garza Ayala.](#)

Por lo anterior, el análisis preliminar de riesgos realizado al presente proyecto, mediante la metodología de lista de verificación, se basó en la **NOM-007-ASEA-2016** “Transporte de Gas Natural”. Esta norma es la base del diseño bajo la cual está regido el Proyecto.

La **NOM-007-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 7 “Diseño”.

El capítulo 7 establece los requisitos por secciones las cuales son:

- Requisitos Generales
- A - Diseño para Ductos de Acero
- D - Componentes del Sistema de Transporte
- H - Protección contra sobrepresión accidental
- I - Estación de regulación y/o medición o en su caso trampa de diablos
- J - Control de la Corrosión en Ductos

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 17 |

Con los requisitos normativos considerados en estas secciones se cubre el diseño de las siguientes instalaciones:

1. Estación de Medición y Regulación (ERM City Gate)
2. Gasoducto de 12” Ø
3. Válvulas troncales de las interconexiones

En el **Anexo 5**, se adjunta la **Lista de Verificación**, se pueden consultar los resultados obtenidos de la aplicación de la lista de verificación; así mismo, se incluyen comentarios que deberán ser considerados conforme se realice la actualización del ARSH en la siguiente fase del proyecto (etapa de construcción; Ingeniería de Detalle y/o Aprobada Para Construcción).

IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de gas natural, se propone una metodología de análisis de riesgo operativo, debido a los daños causados por fallas mecánicas y debido a terceras partes originadas por la extracción descontrolada de gas natural en tomas no autorizadas (tomas clandestinas), en los ductos de conducción de gas natural de las diferentes compañías abastecedoras de gas y principalmente, en ductos a cargo de PEMEX.

De los estudios y análisis realizados por dependencias con gran experiencia dentro del ramo (tal es el caso de PEMEX), se concluye que el factor de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en gasoductos, es debido principalmente por daños de terceras partes, seguido de los daños por corrosión o fenómenos meteorológicos.

Por ejemplo, en el documento “Estudios de Caso de Fallas y Accidentes en Gasoductos y Oleoductos” realizado por Francisco A. Rumiche P. y J. Ernesto Indacochea B., argumenta que, con relación a las causas de falla, se muestra que la corrosión e interferencia externa son las más comunes en los sistemas europeos y americanos. Así mismo, menciona que “*En el caso de la ex Unión Soviética (SU Gas) se puede observar un alto índice de falla debido a defectos en el material y errores de construcción*”. Referente a las causas más comunes de falla en el 2005 para sistemas de transporte de gas natural en los Estados Unidos, es el daño ocasionado en áreas urbanas debido a operaciones de excavación por terceros, además, es importante notar que el porcentaje de fallas debido a materiales o soldaduras defectuosas es casi nulo comparado con las causas comunes de falla, lo cual se debe al estricto control y mejoramiento durante los procesos de construcción e inspección en sistemas de tuberías. **Ver Figuras IV.1 y IV.2.**

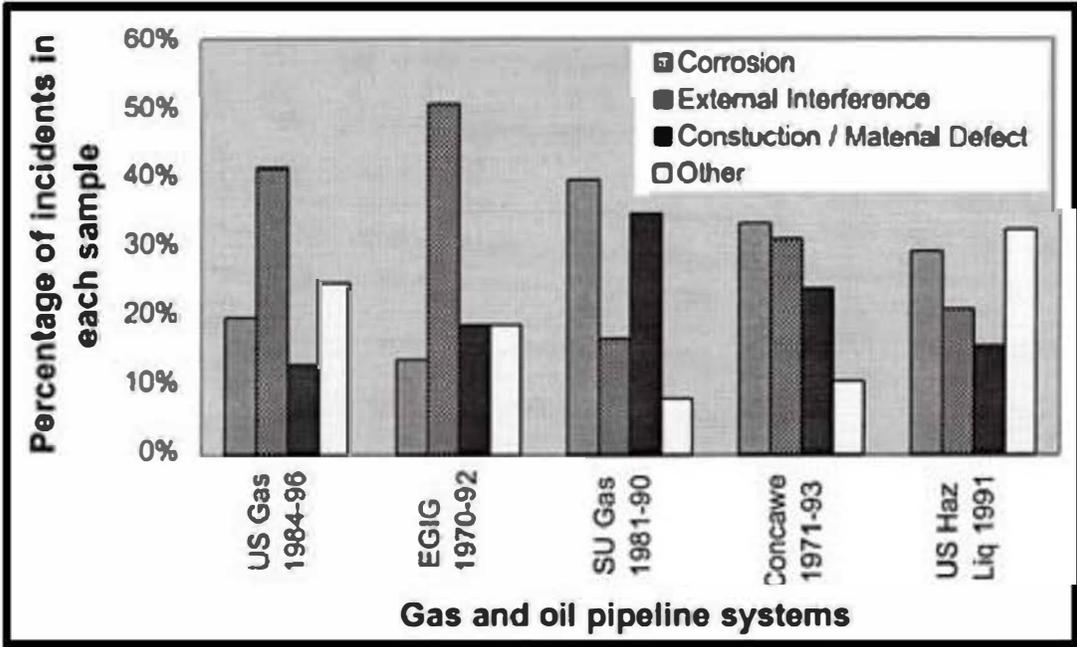


Figura IV.1. Causas de falla más comunes a nivel mundial.

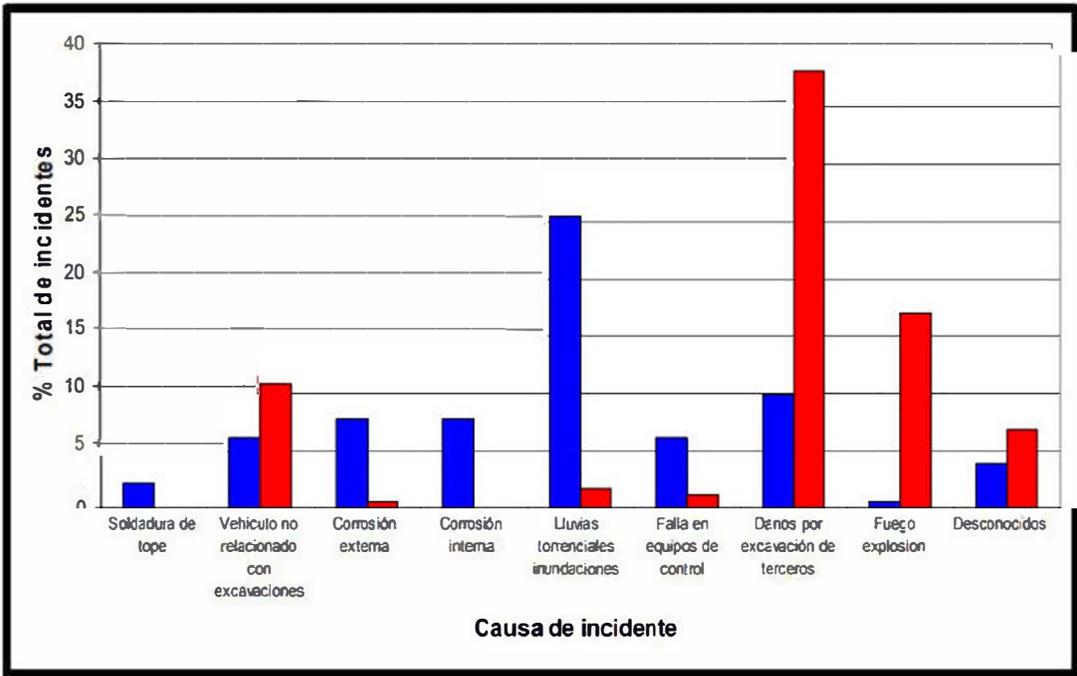


Figura IV.2. Causas de falla más comunes en gasoductos en Estados Unidos (2005).

Fuente: Estudios de Caso de Fallas y Accidentes en Gasoductos y Oleoductos

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 17 |

Francisco A. Rumiche P. y J. Ernesto Indacochea B.
 Joining Science & Advanced Materials Research Laboratory
 Materials Engineering Department
 University of Illinois at Chicago,
 Chicago IL 60607 – USA

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los gasoductos de PEMEX han sido, la inadecuada evaluación de los mismos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte o distribución de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de los ductos en México.

Sin embargo, para poliductos de PEMEX, se encontraron datos históricos de accidentes:

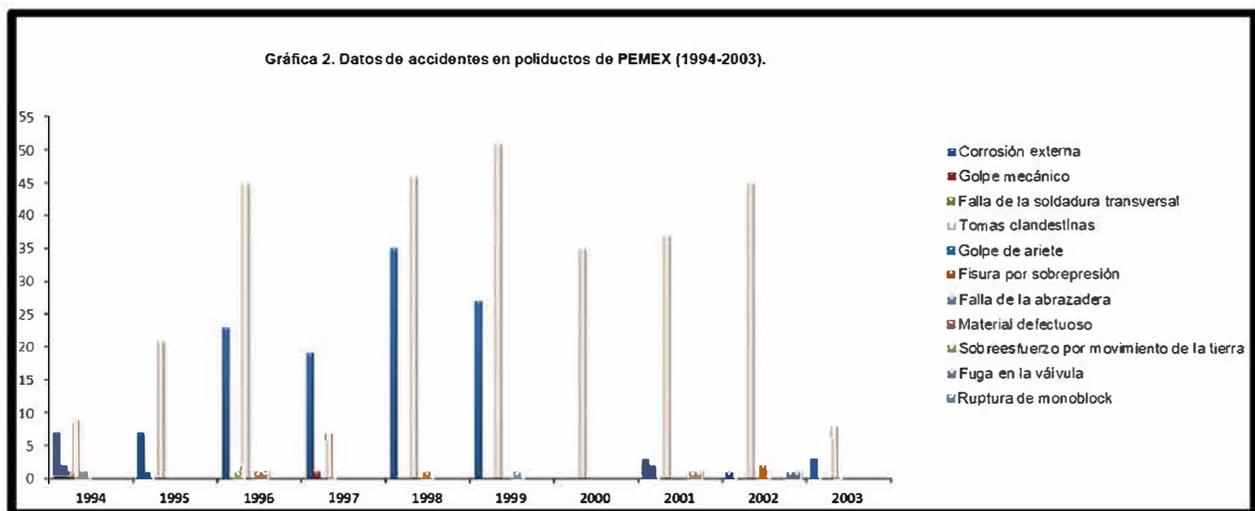


Figura IV.3. Datos de accidentes en poliductos de PEMEX (1994-2003).

Fuente: Anuario Estadístico de PEMEX, 2005.

Donde los datos estadísticos de causas de falla son similares entre instalaciones de gasoductos y poliductos, resaltando la falla por corrosión externa, así como la intervención de terceras personas (tomas clandestinas).

Como datos históricos, se presenta a continuación la descripción de casos ocurridos en México, relacionados con fugas de gas natural en gasoductos en diferentes partes del país.

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 17 |

1- Explosión en Gasoducto en San Pedro Garza García, Nuevo León.

Una explosión e incendio en una tubería de gas natural en una construcción cercana a la zona comercial y hotelera en el municipio de San Pedro Garza García movilizó a elementos de Protección Civil, Bomberos de Nuevo León y unidades de las cruces Roja y Verde.

El incendio se originó luego de una fuga de agua la que reblandeció la tierra, lo que ocasionó la caída de un poste de energía eléctrica sobre un ducto de gas de 12 pulgadas, lo que ocasionó la conflagración.

El incendio se originó alrededor de las 10:00 horas, a causa del rompimiento de la tubería de gas, lo que ocasionó la explosión e incendio sobre la lateral de la avenida Lázaro Cárdenas y Diego Rivera, en el citado municipio, sin que se presenten personas lesionadas.



Foto IV.1. Daños generados por la explosión.

2- Reportan explosión de ducto de Gas Natural en Celaya

Al menos 150 personas fueron desalojadas de sus hogares, empleos y escuelas, luego de que se registrara la explosión de un ducto de Gas Natural, en Celaya, Guanajuato.

En un principio se dio a conocer que el estallido provenía de un ducto de Petróleos Mexicanos (Pemex); sin embargo, elementos del cuerpo de bomberos informaron que el siniestro fue generado por propano líquido (gas) y que tardarán entre seis y ocho horas para sofocar el fuego.

Los hechos ocurrieron alrededor de las 10:00 horas en un ducto ubicado sobre el Libramiento Sur, a la altura de la armadora Honda, mientras un grupo de personas manipulaban con maquinaria la zona, golpearon uno de los ductos provocando la explosión

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 17 |

Las llamas alcanzaron a dos de las personas que se encontraban en el lugar, ocasionándoles quemaduras de segundo grado.

A la zona llegaron elementos del cuerpo de emergencia, así como del Ejército mexicano, quienes laboraron para sofocar las llamas, además de ser los encargados de trasladar a los lesionados al hospital más cercano para ser atendidos.

Cerca del lugar de los hechos, se encuentra una primaria en la colonia Villas del Romeral, misma que fue evacuada para evitar accidentes.



Foto IV.2. Explosión del ducto.



Foto IV.3. Escuela Primaria evacuada.

Fuente. [El Sol de México.com.mx](http://ElSoldeMexico.com.mx) 01 de Julio del 2019.

3- Obras en Viaducto y Eje 3 provocan fuga de gas.

Por segunda ocasión en menos de un mes trabajadores de obras que se encontraban reencarpetando la cinta asfáltica en la lateral del viaducto Miguel Alemán esquina con el Eje 3 Oriente Eduardo Molina, en la colonia Granjas México en la alcaldía de Iztacalco, perforaron la madrugada del miércoles con un trascabo un ducto de gas natural provocando la movilización de los equipos de emergencia, la policía y personal de Protección Civil.

De acuerdo a los datos recabados por la policía capitalina los hechos se registraron alrededor de la 1 de la mañana casi enfrente del Hospital General regional de Troncoso del Instituto Mexicano del Seguro Social, cuando se hacían perforaciones en el pavimento ocasionando una fisura en un tubo de 4 pulgadas por donde se empezó a escapar el gas.

Bomberos, personal de gas natural y de Protección Civil, trabajaron por varios minutos para controlar la fuga, lo que provocó que los trabajadores de las obras fueran retirados del lugar y la gente que se encontraba en el patio de urgencias fuera ingresada al hospital como medida precautoria y el fuerte olor a gas.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 17 |

Las maniobras para controlar la fuga provocaron que la policía capitalina acordonada la zona y cerrará los carriles centrales del Viaducto y el Eje 3 Oriente, Eduardo Molina hasta las 3 de la mañana que fue controlada la emergencia.

El fuerte olor a gas que se quedó impregnado dentro del hospital ocasionó que al menos 30 personas que se encontraban en urgencias pidieran sus altas voluntarias y los pacientes graves que llegaban al hospital en ambulancias fueron canalizados a otros nosocomios.

Finalmente, la fuga fue controlada a las 3 de la mañana del miércoles y al no existir un riesgo para la población los carriles centrales de Viaducto fueron abiertos a la circulación quedando solamente los carriles laterales cerrados en dirección al Aeropuerto donde continúan los trabajos de personal de gas natural para reparar el tubo.

Fuente: Excelsior.com.mx 04 de Septiembre del 2019

4- Por falta de precaución de empleados de Pemex, explotaron ductos de gas natural en Tamaulipas.

Una tubería de gas natural explotó en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, causada por la falta de precaución de trabajadores de la empresa Cenegas S.A. de C.V., quienes realizaban perforaciones para la creación de un tren pluvial.

De acuerdo al reporte de las autoridades locales, los hechos se registraron alrededor de las 07:45 horas, en la colonia Unidad Obrera, cuando los empleados golpearon accidentalmente un ducto de 12 pulgadas, provocando una enorme fuga de gas.

Posteriormente, a las 9:20 horas, se inició una flama como consecuencia del acumulamiento de gas. De manera inmediata bomberos, personal de Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), de Petróleos Mexicanos (Pemex), además de autoridades municipales, se movilizaron para sofocar el fuego, mientras que personal de la Secretaría de Seguridad Pública desalojó a más de 80 personas, entre ellas, empleados de un gas estacionario cercano. Además, se suspendió el servicio de luz en las colonias 16 de septiembre y Unidad Obrera para posteriormente acordonar un kilómetro a la redonda, en ambos sentidos del bulevar Luis Donaldo Colosio.

Horas más tarde, a través de un comunicado el mismo municipio se confirmó que el incendio fue sofocado gracias a que todo el personal que participó realizó un anillo y cortó el suministro, notificando que solamente iba a estarse quemando el residuo de gas que había quedado en la tubería afectada.

No se reportaron daños humanos y las personas evacuadas regresaron inmediatamente a sus viviendas. “La situación retorna a la normalidad”, publicó el municipio en redes sociales.

El Centro Nacional de Control de Gas S.A de C.V (CENAGAS), es una empresa propiedad de Pemex, la cual provee de gas natural a maquiladoras de la zona.

| | | |
|---|----------|----------------|
| <p style="text-align: center;">ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS”</p> | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 17 |



Foto IV.4. Explosión causada por maquinaria.

Fuente: Infobae.com. 29 de Diciembre del 2019

5- Explosión en Gasoducto de PEMEX en el estado de Tabasco.

Una explosión se registró el 06 de abril del 2013, en un gasoducto de 16”Ø, a la altura del rancho “Aguiles Serdán”, en la localidad La Venta, municipio de Huimanguillo, Tabasco, con saldo de tres heridos, reportaron Pemex y autoridades locales.

La paraestatal, precisó que el incendio se presentó en el gasoducto de 16”Ø Cinco Presidentes, del complejo procesador de gas La Venta, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio referido.

La explosión, fue ocasionada por el **golpe de una retroexcavadora** de la empresa privada FIRESA.

Como consecuencia de este hecho, resultaron lesionados tres trabajadores de la compañía privada, de los cuales en un principio uno de ellos permanecía desaparecido, pero fue hallado sin mayores consecuencias.

Así mismo, confirmó que una retroexcavadora, una motocicleta y un vehículo resultaron quemados como consecuencia de la explosión.

Por su lado, personal de operación de pozos e instalaciones de Petróleos Mexicanos (PEMEX) procedió a bloquear las válvulas de seccionamiento. La Venta 80 y Margen Derecha del Río Chicozapote, y a suspender el bombeo de las Baterías de Separación Cinco Presidentes 1, 2 y Rodador, indicó la empresa petrolera.

Protección Civil evacuó a personas cercanas al lugar de la explosión para trasladarlas a un lugar seguro. El incendio fue controlado totalmente antes del mediodía.

Por separado, autoridades locales de Huimanguillo informaron antes que la paraestatal que el accidente fue causado por una retroexcavadora que realizaba trabajos en el lugar, y que los heridos fueron trasladados por una ambulancia de servicios comunitarios a una clínica de dicho municipio colindante con Veracruz.

El flamazo dañó aproximadamente 80 m² de pastizales y como medida preventiva Pemex acordonó el sitio donde se registró la conflagración, en un operativo en que participaron militares y personal de Seguridad Física de Pemex, Protección Civil y Tránsito Municipal.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 10 de 17 |



Foto IV.5. Chorro de fuego a causa de la fuga de gas natural en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Fuente: [La Crónica.com.mx](http://LaCrónica.com.mx). 07 de abril del 2013

6- Explosión en Gasoductos de PEMEX, en el municipio de Pedro Escobedo, Estado de Querétaro.

Seis trabajadores de PEMEX resultaron heridos al ocurrir una explosión mientras trabajaban controlando la fuga de un gasoducto en el municipio de Pedro Escobedo.

La fuga fue detectada a la altura de la comunidad Las Postas, en un ducto de 14"Ø correspondiente al tramo Cactus-Guadalajara, tras un percance ocasionado por una retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego.

Unos 200 pobladores de la localidad fueron evacuados y concentrados en un albergue habilitado en el auditorio municipal de Pedro Escobedo, además de que fueron cerradas las Válvulas de Seccionamiento (V.S.), que permiten la circulación del gas por ese tramo y personal del sector Ductos de Salamanca y de Petroquímica acudieron a efectuar las reparaciones necesarias, según informó la paraestatal.

Dos días después se reportó la situación bajo control y la gente volvió a sus actividades normales. Sin embargo, más tarde un grupo de trabajadores permanecía efectuando tareas para concluir con la reparación del gasoducto, cuando se produjo el flamazo, aparentemente por un error de los mismos técnicos.

En un comunicado, Pemex confirmó que ya no existe riesgo para la población de la zona según los monitoreos efectuados, pero adjudicó a una falta de seguridad y errores de protocolo el percance ocurrido a los trabajadores.

Fuente: Proceso.com.mx. 28 de marzo del 2013

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 11 de 17 |

7- Fuga de gas e incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco.

La fuga de gas natural fue ocasionada por el golpe de una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones, que realizaba trabajos en el área, sin el permiso de Pemex, indicó la paraestatal en un comunicado emitido posterior al evento.

El funcionario precisó que a poco más de 24 horas del incidente, el riesgo comenzó a ceder, ya que la presión de salida de gas bajó de 36 kg/cm² a 10 kg/cm², mientras que el tamaño de la flama pasó de 30 metros de altura a 4 m.

El incidente, ocurrió alrededor de las 18:30 horas, pero el flamazo se dio a las 23:00 horas. Un bombero y un empleado de la compañía Infraestructura Carretera quedaron con heridas leves.

Luego del estallido, las autoridades evacuaron la comunidad de Corralillos y cerraron la autopista México-Morelia, a la altura del kilómetro 461. Los evacuados fueron llevados a la Casa de la Cultura del municipio de Zapotlanejo.

En tanto, Pemex informó que personal especializado atendió el incendio ocasionado por la ruptura del ducto de 14"Ø (35 cm).

Pemex anunció que el abasto de combustible estuvo garantizado en todo momento, ya que solo se suspendió el flujo en el tramo Abasolo-Guadalajara, mientras que continuó en operación otro gasoducto que va de Cactus, Chiapas, a Abasolo, Guanajuato, ya que la única terminal de distribución de Pemex-Gas afectada fue la de Guadalajara, pero ésta cuenta con suficiente producto almacenado para cumplir con su programa de distribución.



Fotos IV.6 y IV.7. Incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco, debido a una fuga de gas natural.

Fuente: CNN México. 19 de octubre del 2012

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 12 de 17 |

8- Fuga de Gas Natural en Gasoducto ubicado en Ecatepec, Estado de México.

Una fuga de gas natural se registró frente al centro comercial Las Américas el día 05 de septiembre del 2011, por lo que se evacuaron a huéspedes y personal de dicho centro comercial y un hotel ubicado dentro del perímetro de afectación.

De acuerdo con los primeros reportes generados, una de las máquinas que son utilizadas para la construcción de un puente peatonal, ubicado sobre la avenida Central, rompió uno de los ductos que conducen gas natural, propiedad y administrado por la empresa MAXIGAS, así lo indicó el gobierno municipal de Ecatepec, estado de México.

Para evitar riesgos mayores las autoridades cerraron la circulación de la avenida Central frente al centro comercial Las Américas.

Al lugar acudieron de inmediato elementos del cuerpo de bomberos y Protección Civil, así como de la policía estatal y municipal para tratar de reparar la fuga en uno de los ductos de conducción del gas natural.

Fuente: Periódico El Universal, 06 de septiembre del 2011

9- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Chiapas, Veracruz.

El 21 de octubre del 2011, personal activo de Pemex Exploración y Producción (PEP), controló una fuga de gas natural que se presentó en el gasoducto de 6” Φ que va de la Estación de Compresores El Plan, a la Batería Los Soldados, ubicado en el kilómetro 3 dentro del municipio de Las Chiapas, Veracruz.

Personal de Mantenimiento a Ductos del Sector Operativo El Plan, procedió a bloquear las válvulas, dejando la línea fuera de operación, y realizar la reparación correspondiente, así como la restauración del área afectada.

Asimismo, personal de Seguridad Física acordonó el lugar en coordinación con personal militar de la Base de Operación El Plan, como medida preventiva.

PEMEX Exploración y Producción realizó el análisis de integridad mecánica para determinar la causa del incidente, y declaró que no hubo lesiones en el lugar ni afectaciones por intoxicación.

Fuente: Periódico Excélsior, 22 de octubre del 2011

10- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

El día 25 de enero del 2011, personal especializado de Petróleos Mexicanos (PEMEX) controló una fuga de gas natural detectada en el kilómetro 283+007 del gasoducto de 18”Φ Monterrey, N.L. - Chávez, Coahuila ubicado en las inmediaciones del municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Coahuila.

Al tenerse conocimiento de los hechos, de inmediato los técnicos de la paraestatal procedieron a sacar de operación el gasoducto para realizar los movimientos operativos e iniciar los trabajos de reparación del ducto. Personal del Sector Torreón de PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), en coordinación con autoridades de Protección Civil, Bomberos y la Dirección de Seguridad Pública de San Pedro de las Colonias, trabajaron conjuntamente para la atención, control y erradicación del incidente.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 13 de 17 |

Como medida preventiva, se determinó necesaria la evacuación de dos empresas maquiladoras, además de dos instituciones educativas de nivel medio superior y superior.

Fuente: Periódico El Universal, 26 de enero del 2011

11- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en Cosamaloapan, Veracruz.

El 24 de agosto del 2011 se generó una fuga de gas natural en los pozos de PEMEX que atraviesan el ejido Fernando López Arias, ubicado a 15 km de la cabecera municipal de Cosamaloapan, Veracruz.

La fuga se originó en la tarde del miércoles 24 de agosto, en una válvula en el Pozo de PEMEX denominado “CEHUALACA”, Protección Civil Municipal recibió el reporte de parte de habitantes que se encontraban muy alarmados, también se informó a Protección Civil del Estado, para que se tomaran las medidas conducentes con dicha paraestatal, ya que el objetivo fundamental de Protección Civil es la salvaguarda de la integridad física de la población, de su patrimonio y el entorno ambiental

Al lugar de la fuga, se presentó el Coordinador regional de protección civil, la unidad Municipal de Protección Civil Cosamaloapan, acudiendo posteriormente personal de PEMEX-PGPB encargado de Producción de Campo Alquimia.

La fuga de gas, se controló por la mañana del jueves siguiente, realizando el personal de PEMEX-PGPB los trabajos de cierre de ductos y mantenimiento pertinentes.

Fuente: Periódico Vanguardia

12- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

El 30 de Noviembre del 2010, Petróleos Mexicanos (PEMEX) puso bajo control una fuga de gas natural que se había registrado en un gasoducto de 6”Φ en el tramo que corre de Ranchería - Minera Autlán en el kilómetro 39, dentro del municipio de Villas de Tezontepec en el estado de Hidalgo.

A través del área de comunicación social de la paraestatal, se informó que la fuga fue ocasionada por un acto vandálico y pudo ser detectada durante los trabajos de control que realiza PGPB.

Explicó que la perforación en el ducto y artefactos se dio durante los trabajos que realizaron personas ajenas a la dependencia para la instalación de una toma clandestina. Como medida de seguridad se suspendió de manera momentánea la operación del ducto afectado.

A fin de evitar algún riesgo a la población, se bloquearon las válvulas de bombeo y se disminuyó la presión del fluido para proceder a su reparación. Se destacó la importancia de mantener la vigilancia en la red nacional de ductos a cargo del personal de seguridad de PEMEX-PGPB.

Fuente: Periódico Vanguardia, 01 de diciembre del 2010

13- Fuga en Gasoducto ubicado en el Distrito Federal.

El día 10 de mayo del 2009, elementos del Cuerpo de Bomberos controlaron una fuga de gas natural que se presentó en el perímetro de la colonia CTM Culhuacán sección V, la cual provocó alerta entre los vecinos del lugar.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 14 de 17 |

Reportes de Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) indican que los hechos tuvieron lugar en la zona que se ubica sobre la avenida Santa Ana, casi al cruce con Rosa María Sequeira, en la referida colonia de la delegación Coyoacán.

Fueron vecinos y peatones los que reportaron un olor a gas en la zona, por lo que al sitio se movilizaron bomberos y personal de Protección Civil, quienes ubicaron una fisura en un ducto alimentador de gas natural de 4"Φ.

La zona fue acordonada por la policía capitalina mientras se trabajaba para sellar el ducto de gas fracturado. La circulación vehicular se mantuvo abierta y sólo se restringió el paso en el carril de extrema derecha de Santa Ana, con dirección a la Escuela Naval Militar.

Reportes de la Secretaría de Protección Civil capitalina indicaron que como medida preventiva se desalojó a 65 personas de un edificio habitacional cercano y de un plantel de nivel preescolar.

La fuga fue controlada y no se reportaron intoxicaciones ni personas afectadas.

Fuente: Noticias Terra TV, 11 de mayo del 2009

14- Fuga de Gas Natural en Gasoductos de PEMEX, en el Estado de Veracruz.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) informó que a las 2:00 a.m. del día 10 de septiembre del 2007, el sistema SCADA detectó una pérdida de presión inusual en seis puntos de diferentes ductos en el estado de Veracruz ocasionados por actos premeditados, por lo que de inmediato suspendió el suministro de gas natural en dichas líneas. La baja de presión fue ocasionada por explosiones en los siguientes puntos:

1. Válvula de Seccionamiento (V.S.) del gasoducto de cuarenta y ocho pulgadas de diámetro (48"Φ), que coincide con Gas Natural de Cactus - San Fernando, a la altura del municipio La Antigua, sin que se presentara incendio. Sin embargo, por motivos de seguridad, Protección Civil estatal realizó la evacuación de los habitantes que se encontraban cerca del evento,
2. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 48"Φ, a la altura del Río Actopan, en el cual se registró un incendio,
3. Trampa de diablos del gasoducto de 48"Φ, Cempoala - Santa Ana, a la altura de Delicias, Tlaxcala, en la cual no se presentó incendio,
4. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el gasoducto de 30"Φ, de Minatitlán Veracruz - México D.F. y en el ducto de 24"Φ Cactus, Chiapas – Guadalajara, Jalisco,
5. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 30" (Minatitlán, Veracruz – México, D.F.), además del ducto de 24" Φ (Cactus – Guadalajara), poliducto de 12"Φ y oleoducto de 24"Φ en el Municipio La Balstrera, donde se presentaron incendios debidos a las fugas,
6. Cruce aéreo Algodonera en el gasoducto de 30"Φ, Minatitlán – México, D.F., poliducto de 12"Φ y Oleoducto de 30"Φ, en los cuales se presentó incendio.

Sin embargo, cabe mencionar que cada una de las situaciones de emergencia fue controlada oportunamente por personal de la paraestatal, además de protección civil estatal y municipal.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 15 de 17 |

Fuente: Frente de Trabajadores de la Energía de México. FTE México Energía

A continuación se presenta a manera de resumen los accidentes e incidentes relacionados a las actividades que se pretenden desarrollar en el presente Proyecto:

Tabla IV.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.

| Año | Ciudad y/o País | Instalación | Sustancia (s) involucrada (s) | Evento | Causa | Nivel de afectación (componentes ambientales afectados) | Acciones realizadas para su atención |
|------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|--|---|--|
| ND | San Pedro Garza García, Nvo. León | Gasoducto de 12" Ø | Gas Natural | Explosión e incendio | Debido a una fuga de agua que reblandeció la tierra y ocasionó la caída de un poste de energía eléctrica sobre el gasoducto. | ND | ND |
| 2019 | Celaya, Gto. | Ducto | Gas Natural | Explosión e incendio | Golpe por maquinaria pesada | Personal lesionado | Desalojo de escuela primaria cercana. |
| 2019 | Ciudad de Mexico | Ducto de 4" | Gas Natural | Fuga | Golpe al ducto por trabajos de reencarpetao de asfalto. | N/D | Desalojo de trabajadores y la gente que se encontraba en el patio de urgencias fue ingresada al hospital |
| 2019 | Reynosa Tamaulipas | Ducto de 12" | Gas Natural | Fuga e incendio | Golpe por maquinaria pesada | Suspensión del servicio de luz | Evacuación de más de 80 personas |
| 2013 | Huimanguillo, Tabasco | Gasoducto de 16" Ø | Gas Natural | Explosión e Incendio | Debido a un golpe de una retroexcavadora de la empresa privada FIRESA | 80 m ² de vegetación afectada. | Cierre de válvulas de seccionamiento y suspensión del bombeo de las Baterías de Separación. |
| 2013 | Pedro Escobedo, | Gasoducto de 14" Ø | Gas Natural | Explosión | Debido al golpe por una | ND | Cierre de Válvulas de |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 16 de 17 |

| Año | Ciudad y/o País | Instalación | Sustancia (s) involucrada (s) | Evento | Causa | Nivel de afectación (componentes ambientales afectados) | Acciones realizadas para su atención |
|------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|--|---|--|
| | Querétaro | | | | retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego. | | Seccionamiento |
| 2012 | Zapotlanejo, Jalisco | Gasoducto de 14" Ø | Gas Natural | Explosión e Incendio | A causa de un golpe pro una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones que realizaba trabajos en el área sin el permiso de Pemex | ND | Suspensión del flujo de gas en el tramo Abasolo-Guadalajara |
| 2011 | Ecatepec, Edo. de México. | Gasoducto | Gas Natural | Fuga | Debido a un golpe por una máquina utilizada la construcción de un puente peatonal | N/D | N/D |
| 2011 | Las Choapas, Veracruz. | Gasoducto de 6" Ø | Gas Natural | Fuga | N/D | N/D | Cierre de Válvulas de Seccionamiento |
| 2011 | San Pedro de las Colonias, Coahuila | Gasoducto de 18" Ø | Gas Natural | Fuga | N/D | N/D | N/D |
| 2011 | Cosamaloapan, Veracruz. | Gasoducto | Gas Natural | Fuga | N/D | N/D | Cierre de ductos y mantenimiento pertinentes |
| 2010 | Pachuca, Hidalgo. | Gasoducto de 6" Ø | Gas Natural | Fuga | Perforación del ducto ocasionado por un acto vandálico | N/D | Bloqueo de válvulas de bombeo y disminución de la presión del fluido |
| 2009 | Distrito Federal | Gasoducto de 4" Ø | Gas Natural | Fuga | N/D | N/D | N/D |
| 2007 | Veracruz | Válvula de Seccionamiento | Gas Natural | Incendio y Explosión | N/D | N/D | N/D |
| 2000 | El Paso, New | Gasoducto | Gas Natural en estado | Incendio y | Fractura en tubería, originada | Crater de 16 m | N/D |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 17 de 17 |

| Año | Ciudad y/o País | Instalación | Sustancia (s) involucrada (s) | Evento | Causa | Nivel de afectación (componentes ambientales afectados) | Acciones realizadas para su atención |
|-----|-----------------|-------------|-------------------------------|-----------|--|---|--------------------------------------|
| | México, USA | | líquido | explosión | por sobre presión, debido a una reducción severa de espesor de pared de la tubería | en suelo. Muerte de 12 personas | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 50 |

Contenido

| | |
|--|-----------|
| V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO..... | 3 |
| V.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO. | 4 |
| V.1.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS..... | 4 |
| V.1.2. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS..... | 8 |
| V.1.3. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. | 12 |
| V.1.4. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS. | 14 |
| V.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO. | 16 |
| V.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. | 16 |
| V.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS..... | 21 |
| V.2.3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIAS (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN). | 25 |
| V.3 ANÁLISIS DE RIESGO. | 41 |
| V.3.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO. | 41 |
| V.3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD..... | 41 |
| V.3.3. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP, (AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)..... | 50 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla V.1. Metodologías de Análisis de Riesgo Cualitativo..... | 4 |
| Tabla V.2. Categorías de severidad de accidente sugeridas. (MIL-STD-882D, 2000)..... | 9 |
| Tabla V.3. Niveles de frecuencia de accidente sugeridos. (MIL-STD-882D, 2000)..... | 9 |
| Tabla V.4. Matriz de Riesgos. | 10 |
| Tabla V.5. Categorías de riesgo. (MIL-STD-882D, 2000)..... | 11 |
| Tabla V.6. Nodos Seleccionados. | 13 |
| Tabla V.7. Sistema Seleccionado | 13 |
| Tabla V.8. Jerarquización de escenarios por su clasificación de riesgo (análisis HAZOP)..... | 14 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 50 |

| | |
|---|----|
| Tabla V.9. Jerarquización de escenarios por su clasificación de riesgo (análisis What if?)..... | 15 |
| Tabla V.10. Simbología de Árbol Fallas. | 17 |
| Tabla V.11. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas..... | 18 |
| Tabla V.12. Valor de probabilidad/frecuencia de fallas..... | 21 |
| Tabla V.13. Escenarios de Riesgo propuestos para simulación..... | 23 |
| Tabla V.14. Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión..... | 24 |
| Tabla V.15. Efectos de la radiación calórica en incidente..... | 27 |
| Tabla V.16. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones..... | 29 |
| Tabla V.17. Interacciones de Riesgos..... | 42 |
| Tabla V.18. Descripción de los posibles receptores de Riesgo..... | 45 |

Figuras.

| | |
|--|----|
| Figura V.1. Árbol de Falla por Fuga de Gas Natural en instalaciones del Sistema..... | 20 |
| Figura V.2. Escenario E1-N01-CMP-DCTO/ALT (CHOF). Fuga de Gas Natural en válvula de purga del filtro..... | 35 |
| Figura V.3. Escenario E1-N01-CMP-DCTO/ALT (UVCE). Fuga de Gas Natural en válvula de purga del filtro..... | 36 |
| Figura V.4. Escenario E2-S01-PC- DCTO/ALT (CHOF). Fuga de Gas Natural por rotura total del ducto de 12”..... | 37 |
| Figura V.5. Escenario E2-S01-PC- DCTO/ALT (UVCE). Fuga de Gas Natural por rotura total del ducto de 12”..... | 38 |
| Figura V.6. Escenario E3-S01-CMP- DCTO/ALT (CHOF). Fuga de Gas Natural por orificio del ducto de 12”..... | 39 |
| Figura V.7. Escenario E3-S01-CMP- DCTO/ALT (UVCE). Fuga de Gas Natural por orificio del ducto de 12”..... | 40 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 50 |

V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO.

Los Análisis 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.

Para la identificación de los riesgos involucrados en el proceso del Proyecto, se analizarán las condiciones de operación de las instalaciones que conforman la instalación, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), Filosofía de Operación (FOP), Descripción Detallada del Proyecto (DDP), así como de la Memoria Técnico – Descriptiva (MTD).

En base al análisis de falla, se identifican aquellos puntos vulnerables donde exista mayor probabilidad de riesgo de que ocurra un evento no deseado, los cuales estarán dados principalmente por tuberías de conducción de combustibles, válvulas, medidores de flujo, uniones e interconexiones, las cuales son sistemas e instrumentos expuestos a fallas por rotura, por desgaste o por simple defecto de fabricación o construcción, además de que el riesgo aumenta si éstos no son conservados debidamente por la efectiva aplicación de un programa de mantenimiento y la supervisión constante de los mismos, sin descartar fallas por el factor humano, vandalismo o fenómenos naturales.

Aunado a lo anterior, se analizan las situaciones donde la presencia de algún evento externo no deseado, como una explosión o un incendio se puedan generar, mismas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones internas y externas del mismo, y por ende se desencadene un evento mayor, con mayores repercusiones a la infraestructura de la zona y daños al medio ambiente (efecto dominó).

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.

Hyatt, Nigel. (2004) Guidelines for Process Hazards Analysis, Hazards Identification and Risk Analysis. (1ª. Ed) DYADEM Press

Storch de Gracia, J. M. (1998) Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Fundamentos, evaluación de riesgo y diseño.

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 50 |

Volumen 1. (1ª. Ed) España.: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
Storch de Gracia, J. M. (1998) Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras,
Fundamentos, evaluación de riesgo y diseño.
Volumen 2. (1ª. Ed) España.: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.

Cabe mencionar, que todas 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 en caso de presentarse incidentes en la operación del Proyecto, las técnicas de identificación de riesgos a emplearse estarán en función de la instalación y del tipo y complejidad del proceso, por lo que se determinó la aplicación de la metodología HazOp y What if?, 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/producción y al medio ambiente.

V.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO.

V.1.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Las metodologías para utilizar en el presente estudio se sustentan con lo establecido en la guía de la ASEA, la cual considera la aplicación de las metodologías listadas en la tabla 9 de la misma guía, en la **Tabla V.1** se muestra lo aquí mencionado para la selección de las metodologías.

Tabla V.1. Metodologías de Análisis de Riesgo Cualitativo.

| Tipo | Nombre |
|--------------------------------|---|
| Análisis de Riesgo Cualitativo | ¿Qué pasa si? |
| | Lista de verificación / ¿Qué pasa si? |
| | 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) |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 50 |

Análisis 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. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.

La información necesaria referente a los elementos de las instalaciones del Proyecto, se obtuvo de los DTI's elaborados y la FOP (de acuerdo con la Ingeniería de diseño).

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 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.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 50 |

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. Identifique la gravedad de las consecuencias identificadas asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan.

7. 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.

8. Asigne una categoría a la consecuencia identificada.

9. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia 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.

10. 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.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 50 |

Análisis What if? (¿Qué pasa si...?)

Así mismo, para el presente estudio se realizará una identificación de riesgos utilizando el método What if? (¿Qué pasa si...?), el cual tiene el propósito de identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos accidentales específicos que pueden producir una consecuencia indeseable. El análisis ¿Qué pasa si...? es una investigación creativa a manera de lluvia de ideas de un proceso u operación, conducida por un grupo de individuos experimentados, con capacidad para preguntar o enunciar dudas concernientes a eventos no deseables. No es inherentemente tan estructurado como otros métodos, tales como el estudio de peligro y operatividad (HAZOP) o el análisis de modos de falla y efectos (FMEA).

La metodología de análisis ¿Qué pasa si...? tiene el enfoque de una lluvia de ideas en la cual el grupo multidisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas o manifiesta preocupaciones acerca de posibles eventos indeseados. De cualquier forma, es frecuentemente utilizado por la industria en sus etapas tempranas o durante la vida de un proceso y tiene buena reputación entre aquellos especialistas que lo apliquen.

Generalmente, se registran todas las preguntas y luego éstas se dividen dentro de áreas específicas de investigación (generalmente relacionadas con las consecuencias de interés), como la seguridad eléctrica, protección contra incendios o seguridad del personal. Cada área es subsecuentemente direccionada a un equipo de una o más personas expertas. Las preguntas se formulan en base a la experiencia y aplicando los diagramas y descripciones de procesos existentes.

Para una planta en operación, la investigación incluye entrevistas con el personal de la planta no representado en el grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos. Puede no haber un patrón específico u orden para las preguntas, a menos que el líder suministre un patrón lógico como una división del proceso dentro de sistemas funcionales.

Las preguntas pueden direccionarse a cualquier condición no normal relacionada con la planta, no solamente componentes de falla o variaciones de proceso.

Aspectos generales

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 fallas 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 al transportar diferentes combustibles.

En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Severidad, en base a lo establecido en la matriz de riesgos, se determina el Nivel de riesgo de cada desviación analizada. Con lo anterior, una vez realizado el HAZOP se realiza la Matriz de Riesgo de acuerdo a los resultados del mismo.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 50 |

2. What if?. Este tipo de análisis realiza preguntas que inicien con “¿Qué pasa si...?”. A través de este proceso de cuestionamientos, un grupo experimentado identifica los posibles accidentes, sus consecuencias y niveles de seguridad existentes, posteriormente sugieren alternativas para la reducción de riesgos.
3. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP y What if, se identificaron y describieron las fallas de mayor riesgo con repercusiones al ambiente.
4. Para el conjunto de desviaciones identificado con mayor riesgo, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
5. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación y aplicar el análisis de consecuencias.

V.1.2. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

Matriz de riesgos

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. 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 severidad se asignan a cada variación del proceso en función de la **Tabla V.2.**
 - La ponderación se asigna asumiendo que no hay salvaguardas establecidas, a fin de estimar los máximos daños posibles.
 - Se pondera la consecuencia para los siguientes receptores: instalaciones/producción, medio ambiente y Salud y seguridad al personal operativo.
 - De las puntuaciones obtenidas para los receptores, se selecciona el de mayor valor y es el que se utiliza para calificar la Severidad.
- La ponderación para la Probabilidad de cada desviación del proceso, se asigna según la **Tabla V.3.**
 - El valor de Probabilidad se asigna considerando los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras).
- La puntuación de gravedad y probabilidad se combinan de acuerdo a la Matriz de Riesgos presentada en la **Tabla V.4.**, para determinar la clasificación o categoría de riesgo (**Ver Tabla V.5**).

| | | |
|--|----------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 50 |

Tabla V.2. Categorías de severidad de accidente sugeridas. (MIL-STD-882D, 2000).

| Valor | Categoría | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 |
|-------|----------------|---|--|---|
| 4 | Catastrófica. | Puede resultar en muerte, discapacidad total permanente, pérdida excediendo 1.000.000 USD o daño ambiental severo irreversible que viola ley o regulación. | Puede causar muertes | Pérdida del sistema o proceso |
| 3 | Crítico | Puede resultar en discapacidad parcial permanente, heridas o enfermedad laboral que resulte en la hospitalización de al menos tres personas del personal, pérdida excediendo los 200.000 USD pero menos de 1.000.000 USD o daño ambiental reversible que viola ley o regulación | Puede causar heridas severas, enfermedad ocupacional severa | Daño mayor a la propiedad o al sistema |
| 2 | Marginal | Puede resultar en herida o enfermedad laboral resultando en uno o más días perdidos, pérdida excediendo los 10.000 USD pero menos de 200.000 USD, o daño ambiental mitigable sin lugar a violación de ley o regulación donde actividades de restauración pueden conseguirse. | Puede causar heridas menores, enfermedad ocupacional menor | Daño menor a la propiedad o al sistema |
| 1 | Insignificante | Puede resultar en herida o enfermedad sin causar la pérdida de un día de trabajo, pérdida excediendo los 2.000 USD pero menos de 10.000 USD, o daño ambiental mínimo sin lugar a violación de ley o norma. | No es suficientemente serio para causar heridas o enfermedad ocupacional | Mínimo daño a la propiedad o al sistema, puede resultar en mantenimientos o reparaciones fuera de lo programado |

Tabla V.3. Niveles de frecuencia de accidente sugeridos. (MIL-STD-882D, 2000).

| Valor | Categoría | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 |
|-------|-----------|--|------------------------------|--|
| 5 | Frecuente | Probable de ocurrir seguido en la vida de un elemento, con una probabilidad mayor que 10^{-1} en ese período de vida. | Se experimenta continuamente | Probable que ocurra frecuentemente |
| 4 | Probable | Ocurre varias veces en la vida de un elemento, con una probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-1} pero mayor que 10^{-2} en ese período de vida. | Ocurrirá frecuentemente | Puede ocurrir varias veces en la vida del equipo o proceso |
| 3 | Ocasional | Probable de ocurrir a veces en la vida de un elemento, con una probabilidad de ocurrencia | Ocurrirá varias veces | Probable que ocurra alguna vez |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 10 de 50 |

| Valor | Categoría | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 |
|-------|------------|--|--|---|
| | | menor que 10^{-2} pero mayor que 10^{-3} en ese período de vida. | | en la vida del equipo o proceso. |
| 2 | Remoto | Improbable pero posible de ocurrir durante la vida de un elemento, con una probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-3} pero mayor que 10^{-6} en ese período de vida. Improbable pero es posible que ocurra | Improbable, pero es razonable esperar que ocurra | Improbable pero es posible que ocurra en la vida del equipo o proceso |
| 1 | Improbable | Tan improbable que puede asumirse que no se experimentará durante la vida de un elemento, con una probabilidad de ocurrencia menor que 10^{-6} en ese período de vida. | Improbable de ocurrir, pero posible. | Tan improbable que se asume imposible |

Fuente: MIL-STD-882D. 2000. 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 Version 2.5, Febrero 2015.

Tabla V.4. Matriz de Riesgos.

| | | | | | |
|------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 5 | Medio (B13) | Serio (C7) | Alto (D3) | Alto (D1) |
| | 4 | Medio (B16) | Serio (C9) | Alto (D5) | Alto (D2) |
| Frecuencia | 3 | Bajo (A18) | Medio (B11) | Serio (C6) | Alto (D4) |
| | 2 | Bajo (A19) | Medio (B14) | Medio (B10) | Serio (C8) |
| | 1 | Bajo (A20) | Medio (B17) | Medio (B15) | Medio (B12) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | Severidad | | | |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 11 de 50 |



D Riesgo Inaceptable

C Riesgo Indeseable



B Aceptable con revisión

A Aceptable sin revisión

Tabla V.5. Categorías de riesgo. (MIL-STD-882D, 2000).

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

Fuente: MIL-STD-882D. 2000. 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 Version 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 Indeseable (C) (Serio) y riesgo Inaceptable (D) (Alto) de la Matriz presentada en la **Tabla V.4**.

Los riesgos no tolerables (serio - alto) se deberán considerar para establecer los objetivos de seguridad y salud ocupacional, así como los requisitos de las instalaciones, maquinaria, necesidades de capacitación y los controles operacionales para el control de riesgos, de igual manera, se deberá considerar las acciones requeridas de supervisión para asegurar la efectividad y oportunidad.

Clasificación de las recomendaciones.

Las recomendaciones se clasifican de acuerdo al nivel de riesgo encontrado y basado en la matriz de riesgos aplicada, y se efectúa de acuerdo a lo siguiente:

Tipo “D” (riesgo inaceptable) (No tolerable).

El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlos a una región de riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 12 de 50 |

Tipo “C” (Riesgo indeseable) (ALARP; As Low As Reasonably Practicable).

Tan bajo como sea razonablemente factible; significa que los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo “B” (Aceptable con revisión).

El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle, deben establecerse de manera programada controles para reducir el riesgo, basados en disciplina operativa y confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo “A” (riesgo aceptable sin revisión).

El riesgo es de bajo impacto y es aceptable y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores aceptables.

V.1.3. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

La información necesaria para la aplicación de las metodologías de análisis de riesgo para el Proyecto, se obtuvo de los Diagramas de Tubería e Instrumentación y Planos de Trazo y Perfil del ducto, elaborados en la fase de Diseño del Proyecto.

En la selección de los nodos y sistemas para las instalaciones del proyecto, se consideraron los puntos de proceso con variaciones significativas en sus variables (Presión, Temperatura y Flujo principalmente). Los equipos de trabajo se conformaron por especialistas de las áreas de proceso, mantenimiento, seguridad y protección ambiental.

Análisis HAZOP.

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 2 nodos con apego a los Diagramas de Tubería e Instrumentación.

La delimitación de los nodos de estudio se definió en común acuerdo con los integrantes del equipo evaluador, en ellos, se reúnen equipos que cumplen funciones específicas para el sistema de transporte de GN, se decidió dividir el sistema en 2 nodos mismos que se indican en la **Tabla V.6**. Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI’s) se muestran en el **Anexo 4**.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 13 de 50 |

Tabla V.6. Nodos Seleccionados.

| Nodo | Descripción | Dibujo de Referencia |
|------|--|----------------------|
| 1 | Sección de Filtración (FG-01); Tuberías e interconexión con ducto Cactus - San Fernando (Líneas 24"-GN-001-A53, 12"-GN-001-A53 y 4"-GN-001/2/3-A53). | A-400 |
| 2 | Sección de Medición y Regulación; incluye medidores de flujo FX.201/FX-201A y válvulas reguladoras de presión (PCV-201/202/203/204), en líneas 4"-GN-004/5-A53, 2"-GN-004/5-A106 y 4"-GN-006-A106. | A-400 |

En el **Anexo 6. Análisis Cualitativo**, se puede consultar el desarrollo de las Hojas de Trabajo HAZOP.

A través de la metodología de identificación de riesgos HAZOP se analizaron los sistemas de la E.R.M. City Gate (Sistemas de Filtración, Medición y Regulación).

Análisis What if? (¿Qué pasa si...?)

Sistemas Seleccionados para el Desarrollo del Análisis What if? (¿Qué pasa si...?).

A través de la metodología de identificación de riesgos ¿Qué pasa si...? se analizó el tramo del Gasoducto de 12". Para el análisis se consideró solo un sistema, correspondiente al tramo lineal del Gasoducto de 12"Ø (Sistema 1).

El análisis se realiza considerando que las desviaciones se puedan presentar en cualquiera de los tramos del gasoducto. El equipo evaluador, analizó y concluyó que las variaciones de las condiciones del terreno no ejercían influencia significativamente en los resultados del ¿Qué pasa si...?.

En la **Tabla V.7** se muestra el sistema al cual se le realizará a evaluación e identificación de riesgos. Las hojas de trabajo del análisis ¿Qué pasa si...? se presentan en el **Anexo 6. Análisis Cualitativo**.

Tabla V.7. Sistema Seleccionado

| Sistema | Descripción | Dibujo de Referencia |
|---------|--|----------------------------|
| 1 | Tramo Lineal del Gasoducto de 12" (KM 0+000 a KM 0+274.527), incluye interconexión con el ducto de 12" del sistema de GNPIA. | A-401 y Plano T-601 |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 14 de 50 |

V.1.4. RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

A continuación, se incluyen los resultados de la jerarquización de los escenarios (desviaciones) encontrados en el análisis cualitativo, el cual fue determinado considerando las salvaguardas con las que cuenta la instalación:

Tabla V.8. Jerarquización de escenarios por su clasificación de riesgo (análisis HAZOP).

| Nodo | Clave del escenario identificado | | | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | | | | Nombre de la instalación o ducto |
|---------------|----------------------------------|-------|--------------|--|-----|----|---|--|
| | Desviación | Causa | Consecuencia | A | B | C | D | |
| | | | | | | | | |
| 1 | 1. Sin flujo | 1.1 | 1.1.1 | A20 | | | | Interconexión y sistema de Filtrado de la E.R.M. |
| | | 1.2 | 1.2.1 | A18 | | | | |
| | | 1.3 | 1.3.1 | A20 | | | | |
| | 1.3.2 | | | B15 | | | | |
| | 2. Presión alta | 2.1 | 2.1.1 | | B10 | | | |
| | | 2.2 | 2.2.1 | | B15 | | | |
| | 3. Presión baja | 3.1 | 3.1.1 | | | C6 | | |
| | | 3.2 | 3.2.1 | | B10 | | | |
| | | 3.3 | 3.3.1 | | B14 | | | |
| | | 3.4 | 3.4.1 | A20 | | | | |
| | 3.4.2 | | | B12 | | | | |
| 4. Nivel alto | 4.1 | 4.1.1 | | B10 | | | | |
| 5. Corrosión | 5.1 | 5.1.1 | | B10 | | | | |
| 2 | 6. Sin flujo | 6.1 | 6.1.1 | A20 | | | | Sistema de Medición y Regulación de la E.R.M. |
| | | 6.2 | 6.2.1 | A18 | | | | |
| | | 6.3 | 6.3.1 | A19 | | | | |
| | 7. Presión alta | 7.1 | 7.1.1 | | B10 | | | |
| | | 7.2 | 7.2.1 | | B15 | | | |
| | | 7.3 | 7.3.1 | | B15 | | | |
| | 8. Presión baja | 8.1 | 8.1.1 | | B10 | | | |
| | 9. Corrosión | 9.1 | 9.1.1 | | B10 | | | |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 15 de 50 |

Tabla V.9. Jerarquización de escenarios por su clasificación de riesgo (análisis What if?).

| Sistema | Clave del escenario identificado | | | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | | | | Nombre de la instalación o ducto |
|---------|--|-------|--------------|---|-----|----|---|---|
| | Qué pasa si?... | Causa | Consecuencia | A | B | C | D | |
| | | | | | | | | |
| 1 | 1. hay fuga en el ducto? | 1.1 | 1.1.1 | | | C6 | | Sistema de transporte (Gasoducto de 12"Ø) |
| | | 1.2 | 1.2.1 | | B14 | | | |
| | | | 1.2.2 | | B10 | | | |
| | | 1.3 | 1.3.1 | | B10 | | | |
| | 1.4 | 1.4.1 | | B15 | | | | |
| | 2. hay corrosión en el ducto? | 2.1 | 2.1.1 | | B10 | | | |
| | | 2.2 | 2.2.1 | | B10 | | | |
| | 3. hay un incremento en la presión del ducto? | 3.1 | 3.1.1 | | B10 | | | |
| | | | 3.1.2 | | B14 | | | |
| | 4. si hay deformaciones mecánicas en el ducto? | 4.1 | 4.1.1 | A19 | | | | |

De acuerdo a los resultados de las Hojas de Trabajo HAZOP y What if?, se obtuvieron 31 consecuencias, derivadas de 13 desviaciones (escenarios) con nivel **Bajo**, **Medio** y **Serio**, repartidos de la siguiente manera; 8 (25.81%) con categoría de riesgo Bajo, 21 (67.74%) con categoría Medio y 2 (6.45%) con clasificación de riesgo Serio. De acuerdo a lo anterior, el 93.55% de los riesgos encontradas, no se categorizan en las zonas de riesgo no tolerable y/o ALARP.

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 (salvaguardas, protecciones o barreras), 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.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 16 de 50 |

V.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

Una vez concluido el análisis cualitativo de riesgo en los numerales anteriores, se han encontrado 2 escenarios de riesgo ubicados en la región Tipo “C” definidos como ALARP, mientras que no se identificaron tipo “D” definidos como No tolerables. Los 2 escenarios de riesgo se consideraran para un análisis cuantitativo de riesgo que se compone de la evaluación detallada de frecuencias y de la evaluación detallada de consecuencias. No obstante, también se aplicará este análisis para aquellos escenarios con ponderaciones iguales o mayores a 3 (crítica) para la categoría de severidad y 2 (remoto) para frecuencia, lo anterior, con el fin de que corroborar o refutar las frecuencias que fueron sobrestimadas o subestimadas en el proceso de ponderación del equipo evaluador. Para lograr este objetivo, se realiza una comparación de las frecuencias estimadas contra los datos recogidos en bases de datos reconocidas.

V.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, nos permite conocer cuáles son los elementos relacionados y que contribuyen más a que la falla se presente.

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

| Escenario | Frecuencia |
|-------------|------------|
| 2.1.1 HAZOP | 2 |
| 3.1.1 HAZOP | 3 |
| 3.2.1 HAZOP | 2 |
| 3.4.2 HAZOP | 1 |
| 4.1.1 HAZOP | 2 |
| 5.1.1 HAZOP | 2 |
| 7.1.1 HAZOP | 2 |
| 8.1.1 HAZOP | 2 |

| Escenario | Frecuencia |
|-------------|------------|
| 9.1.1 HAZOP | 2 |
| 1.1.1 QPS | 3 |
| 1.2.2 QPS | 2 |
| 1.3.1 QPS | 2 |
| 2.1.1 QPS | 2 |
| 2.2.1 QPS | 2 |
| 3.1.1 QPS | 2 |

C Riesgo Indeseable

B Aceptable con revisión

Árbol de Fallas

El árbol de fallas es una herramienta empleada para el análisis de cómo pueden llegar a ocurrir 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.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 17 de 50 |

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 V.10**.

Tabla V.10. Simbología de Árbol 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 |

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 18 de 50 |

| Símbolo | Aplicación |
|---|--|
|  | 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.

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 componentes que conforman el Sistema de Transporte, 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 V.11**:

Tabla V.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 | ½ turno / 5 años | Improbable |
| 10^{-5} | 0.00001 | 1 hora / 10 años | Remotamente probable |
| 10^{-6} | 0.000001 | 1 hora / 100 años | Muy improbable |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 19 de 50 |

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

Durante la aplicación de la metodología de árbol de fallas para el Proyecto, 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 la **Figura V.1** se plasma el árbol de fallas realizado para el Proyecto.

**ANÁLISIS DE RIESGO
SECTOR HIDROCARBUROS**

GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V.

“Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.”

| | |
|----------|-----------------|
| CAPÍTULO | V |
| FECHA | Marzo 2020 |
| HOJA | Página 20 de 50 |

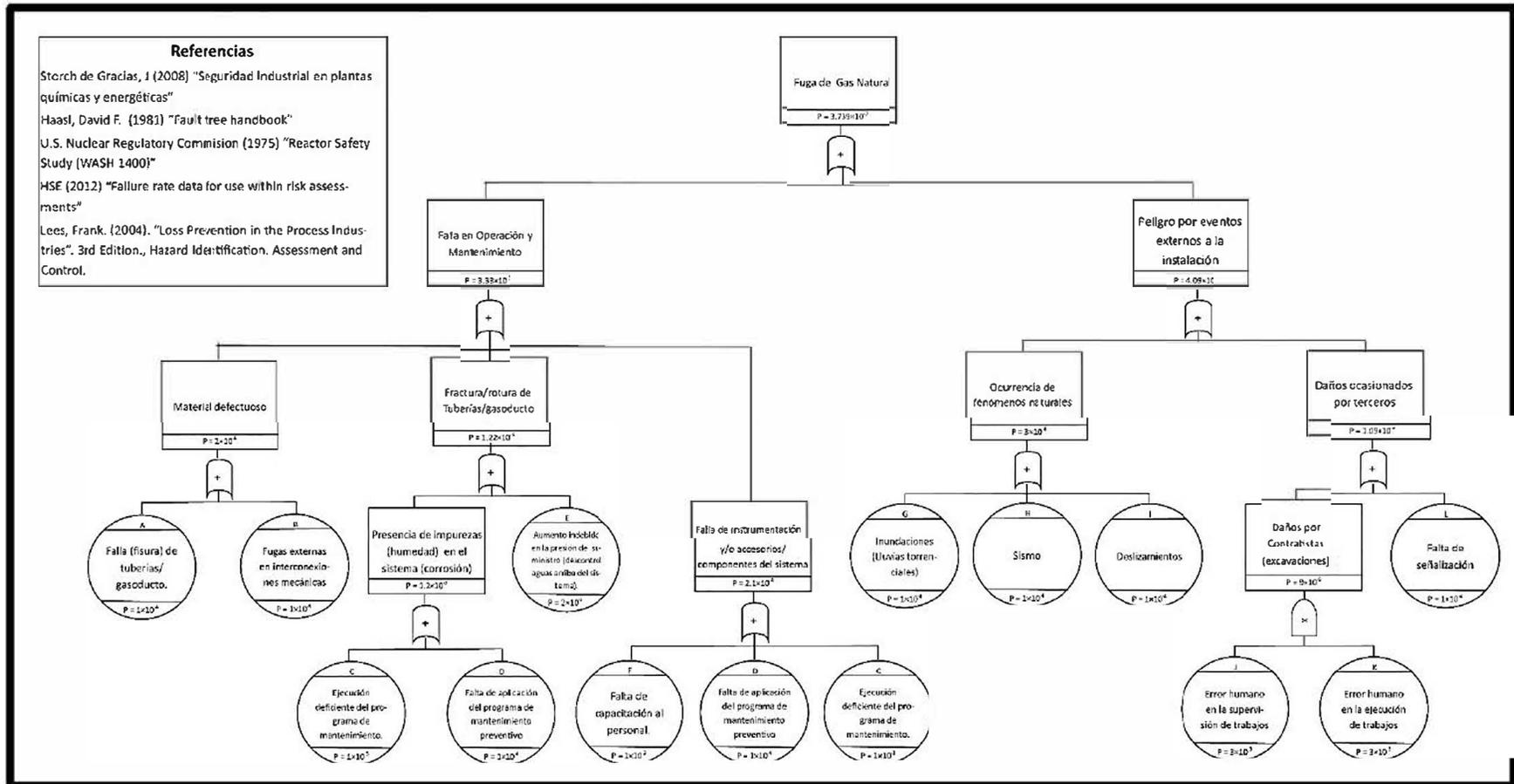


Figura V.1. Árbol de Falla por Fuga de Gas Natural en instalaciones del Sistema

Para Mayor detalle, Ver Anexo 7. Análisis Cuantitativo.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 21 de 50 |

Tabla V.12. Valor de probabilidad/frecuencia de fallas.

| ID | Evento Básico/Causa | Probabilidad de falla |
|----|---|-----------------------|
| A | ▪ Falla en tuberías / gasoducto | 1×10^{-4} |
| B | ▪ Falla en conexiones o uniones mecánicas | 1×10^{-4} |
| C | ▪ Ejecución deficiente del programa de mantenimiento. | 1×10^{-3} |
| D | ▪ Falta de aplicación del programa de mantenimiento | 1×10^{-4} |
| E | ▪ Aumento indebido de presión | 2×10^{-5} |
| F | ▪ Falta de capacitación al personal | 1×10^{-3} |
| G | ▪ Evento externo; Inundaciones | 1×10^{-4} |
| H | ▪ Evento externo; Sismo | 1×10^{-4} |
| I | ▪ Evento externo; deslizamiento | 1×10^{-4} |
| J | ▪ Error Humano en la supervisión de trabajos | 3×10^{-3} |
| K | ▪ Error humano en la ejecución de trabajos | 3×10^{-3} |
| L | ▪ Falta de señalización | 1×10^{-4} |

[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 Identifi-cation, Assessment and Control.](#)

[Arthur D. Little, Inc \(1996\) - Faultrease](#)

[N.H. Roberts, University of Washington](#)

[D.F. Institute of System Sciences,Inc.](#)

En general la probabilidad de ocurrencia de los eventos es baja, sin embargo, la ocurrencia se debe primordialmente al error humano en el seguimiento de procedimientos o aplicación del mantenimiento a las instalaciones.

V.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 4.5.2.2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 22 de 50 |

A continuación, se mencionan los criterios y consideraciones generales para los escenarios a simular:

- La composición del combustible es la especificada en la hoja de datos de seguridad (HDS) del Gas Natural.
- El tiempo de duración de la fuga está concebido como el tiempo de accionamiento para el cierre de válvulas de corte (sistema de bloqueo o aislamiento) en la instalación. Este sistema de cierre automático corresponde al sistema de paro de emergencia mandando a cierre las válvulas.
- Las condiciones meteorológicas serán las siguientes:
 - Estabilidad pasquil 1.5/F
 - Temperatura ambiental 24°C.
 - Humedad relativa del 80.21 %.
 - Velocidad del viento de 3.1 m/s.
 - Las condiciones ambientales y meteorológicas permanecen constantes durante el tiempo del evento.
- El flujo volumétrico de cada escenario simulado es el producto de la capacidad de cada componente.
- Las variables de operación fueron establecidas de acuerdo con la Ingeniería del proyecto y en consenso con el Grupo Multidisciplinario de Análisis de Riesgo, considerándose las condiciones máximas de operación estimadas para la instalación, con el fin de estimar las peores consecuencias de los eventos,

En la **Tabla V.13.**, se muestra el catálogo de escenarios a simular para el Proyecto. También, se indican los datos empleados para la determinación del inventario y la tasa de descarga utilizados.

Nota Aclaratoria:

Las condiciones de operación de la E.R.M. y el Ducto, fueron tomadas del documento “Filosofía de Operación” y no de los “Diagramas de Tuberías e Instrumentación”, esto por indicaciones de la empresa promotora. Los DTI’s serán actualizados acorde a la documentación del **Anexo 2. Ingeniería del Proyecto.**

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 23 de 50 |

Tabla V.13. Escenarios de Riesgo propuestos para simulación.

| No. | Clave de escenario | Descripción del escenario identificado | Nivel de Riesgo | Diámetro de fuga | Presión máxima | Temperatura (°C) | Flujo máximo (m³/d) | Duración de la fuga (segundos) | Tasa de masa liberada (kg/s) |
|-----|----------------------|--|-----------------|------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1 | E1-N01-CMP-DCTO/ALT. | Fuga de Gas Natural (equivalente al 100% de ½”Ø) en la válvula de purga instalada en el filtro (FG-01), a causa de la apertura durante trabajos de mantenimiento y olvido al cerrar. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | C (Serio) | 0.5” (0.0127 m) | 71.5 kg/cm² (7,011 KPa) | 20 | 323,961 m³/día (3.75 m³/s) | 60 s continuos | 1.45951E+000 |
| 2 | E2-S01-PC-DCTO/ALT | Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 12” Ø) en el gasoducto de 12”, a causa de golpe con maquinaria pesada de terceras partes, durante trabajos de mantenimiento/excavación. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | C (Serio) | 12” (0.3048 m) | 21 kg/cm² (2,059 KPa) | 20 | 323,961 m³/día (3.75 m³/s) | 60 s continuos | 1.07606E+002 |
| 3 | E3-S01-CMP-DCTO/ALT | Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 12” Ø) en el gasoducto de 12”, a causa de golpe con maquinaria pesada de terceras partes, durante trabajos de mantenimiento/excavación. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | C (Serio) | 2.4” (0.06096 m) | 21 kg/cm² (2,059 KPa) | 20 | 323,961 m³/día (3.75 m³/s) | 60 s continuos | 9.63225E+000 |

Nota. Claves de escenarios; **E1** (Número consecutivo del Escenario propuesto). **N/S01** (Número del nodo o sistema evaluado en metodología cualitativa). **PC** (Tipo de caso); **CMP**: Caso Más Probable y **PC**: Peor caso (considerando rotura total de tubería o equipo). **DCTO/ALT** (Clave asignada al Proyecto).

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 24 de 50 |

Las hojas de resultados de las simulaciones realizadas se encuentran en el **Anexo 8**.

Los resultados obtenidos de acuerdo con el análisis de consecuencias de los escenarios de riesgo seleccionados por el grupo multidisciplinario a diferentes niveles (radiación térmica y sobrepresión) para la estabilidad meteorológica de 1.5 F se describen en la **Tabla V.14**, a continuación.

Tabla V.14. Resultados de eventos por radiación térmica y ondas de sobrepresión

| Escenario | Zona de Amortiguamiento* | | Zona de Alto Riesgo* | | Zona de daño a Equipos* | | | |
|----------------------|--|--|--|--|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Radiación Térmica (1.4 kW/m ²) | Sobrepresión (0.5 lb/in ²) | Radiación Térmica (5.0 kW/m ²) | Sobrepresión (1.0 lb/in ²) | Radiación Térmica | | Sobrepresión | |
| | | | | | (12.5 kW/m ²) | (37.5 kW/m ²) | (3 lb/in ²) | (10 lb/in ²) |
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT. | CHOF: 26.2591 | UVCE: 33.5231 | CHOF: 19.8389 | UVCE: 28.2328 | CHOF: 16.6023 | CHOF: 12.7557 | UVCE: 24.0143 | UVCE: 21.9657 |
| E2-S01-PC-DCTO/ALT | CHOF: 237.924 | UVCE: 412.804 | CHOF: 158.785 | UVCE: 349.723 | CHOF: 227.047 | CHOF: 92.5116 | UVCE: 298.624 | UVCE: 273.81 |
| E3-S01-CMP-DCTO/ALT | CHOF: 73.4093 | UVCE: 121.797 | CHOF: 27.2395 | UVCE: 105.446 | CHOF: 15.8779 | CHOF: 13.4093 | UVCE: 92.4073 | UVCE: 86.0754 |

Notas:

* Los valores para los radios de posible afectación son en metros

CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 25 de 50 |

V.2.3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIAS (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN).

Justificación de los modelos matemáticos para la simulación.

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa promovente del presente proyecto, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen el Proyecto. En todo el sistema existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a presión interna, en caso de fallas, las fugas de GN 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. Para las actividades de operación y mantenimiento del Proyecto, se han identificado Escenarios de riesgo potencial, los cuales involucran eventos por incendio principalmente.

Modelación de Explosiones (Sobrepresión).

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el modelo Phast versión 6.7, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora fugas y derrames de sustancias, así como daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia.

Si se inicia con la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva).

Modelación de Incendio.

Este modelo calcula y proporciona los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita los 9,5 kW/m² y quemaduras de segundo grado para el radio que marca los 5 kW/m² de radiación. El modelo trabaja con los siguientes parámetros del gas natural:

- Peso molecular.
- Gravedad específica.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 26 de 50 |

- Temperatura.
- Área del incendio.

El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

Cabe señalar, que para cada una de las simulaciones desarrolladas, se consideraron algunos datos en el programa de Simulación matemática (simulador de consecuencias), entre los que se encuentran:

- a. Condiciones climáticas.
- b. Dimensiones del equipo o tubería.
- c. Propiedades de la sustancia.
- d. Diámetros de fuga o ruptura considerados.
- e. Tiempos de duración de la fuga.
- f. Condiciones de operación, entre otros.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

| | 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) |

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante del Proyecto y su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 27 de 50 |

El análisis de consecuencias 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.

En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente.
- Dispersión.
- Efecto.

Factores de mitigación.

Término de la fuente. Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

Dispersión. Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

Fuego y explosión. Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

Factores de mitigación. Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0,4 segundos antes de que sienta dolor.

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

Tabla V.15. 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 prensado. Destrucción de equipos y tanques. | - |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 28 de 50 |

| (KW/m ²) | Daños a equipos / materiales | Daños a personas |
|----------------------|---|--|
| 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 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 |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 29 de 50 |

| (KW/m ²) | Daños a equipos / materiales | Daños a personas |
|----------------------|------------------------------|------------------|
| | | 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 V.16. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones.

| Sobrepresión (psig) | Daño esperado |
|---------------------|--|
| 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. |
| 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. |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 30 de 50 |

| Sobrepresión (psig) | Daño esperado |
|------------------------|--|
| 1.0 – 8.0 | Rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y 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. |
| 2.4 - 12.2 | Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas. |
| 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. |
| 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. |

[Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation](#)

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 31 de 50 |

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

V.2.3.1. Descripción de los Escenarios de Riesgo.

Derivado de las simulaciones se describen los resultados para cada escenario de riesgo simulado, así como los datos para los radios de la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento obtenidos en cada uno de ellos, además, se presentan los criterios técnicos considerados para determinar cada uno de los datos alimentados al simulador, presiones, temperaturas de operación y los diámetros del orificio considerados.

| | | | | | | | |
|--|--|---|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| Nombre de Simulador Utilizado | | PHAST 6.7 | | | | | |
| Instalación | | GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. | | | | | |
| I. Datos de escenario | | | | | | | |
| Clave | Nombre | | | | | Peor Caso | |
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT. | Fuga de Gas Natural en válvula de purga del filtro | | | | | Caso más Probable | ● |
| Descripción | Fuga de Gas Natural (equivalente al 100% de ½"Ø) en la válvula de purga instalada en el filtro (FG-01), a causa de la apertura durante trabajos de mantenimiento y olvido al cerrar. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | | | | | Fecha | 03/2020 |
| Objetivo | Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario. | | | | | | |
| II. Sustancias Involucradas | | | | | | | |
| Nombre de la Sustancia | Composición | % molar | ● | % másico | | % Volumétrico | |
| Componente Gas Natural | % | toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV(8 H TWA) | TLV (15MIN STEL) | |
| CH ₄ | 87.5% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| C6+ | 0.03% | No aplica | 1.2 % - 7.7 % | N/D | N/D | N/D | |
| Propano | 1% | No aplica | 3.4 % - 13.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 5 - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| neopentano | 0.1 % | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| nitrógeno | 2.5% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| CO ₂ | 1% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| Etano | 5% | No aplica | 3%-12.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| III. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación | | | | | | | |
| Presión 71.5 kg/cm² | Temperatura | 20 °C | Estado | Vapor | líquido debajo de su p.e | líquido arriba de su p.e | |
| Fase del Material Liberado | Vapor | ● | Líquido | | líquido/vapor | | |
| Contenedor : | cilindro | Esfera | tipo de fuga | | falla catastrófica | válvula de alivio | |
| Tubería | otro: | ● | Orificio en Cuerpo o Tubería | | | Cizalla de Tubería , otro | |
| Alto del recipiente | 1 m | Diámetro o ancho del recipiente/ tubería | | | 0.5 pfg | Largo del recipiente: | m |
| Área del dique | m2 | Tipo de superficie la que se encuentra el recipiente. | | Tierra seca: | Tierra húmeda: | Concreto | ● |
| Área del orificio | | Coef. De Pérdida del orificio | | Elevación del punto de liberación: | | 0 m | Altura hid |
| Dirección de la fuga | Vertical | Horizont al | ● | Hacia abajo | Golpea contra | Inclina da | Grados |
| Tiempo estimado de liberación: | | 60 Segundos | | Flujo volumétrico | | 3.75 m ³ /s | |

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 32 de 50 |

| IV. Condiciones atmosférica y del entorno | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | | | 1.5 F | | Otro | |
| Temperatura atmosférica | | | | 24 °C | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | | | 9.85 °C | | | |
| Humedad relativa | | | | 80.21% | | | |
| Presión atmosférica | | | | --- | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | | | --- | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | | | SE-NW | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | Rural: <input checked="" type="radio"/> | Urbana: <input type="radio"/> | Industrial: <input type="radio"/> | Marítima: <input type="radio"/> | Otra: <input type="radio"/> | Explique | |
| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | |
| Sitio 1 | | | | Sitio 2 | Sitio 3 | | |
| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | |
| Dardo, antorcha o jet de fuego | <input checked="" type="radio"/> | Charco de fuego | <input type="radio"/> | Incendio de nube | <input type="radio"/> | Explosión de nube | <input checked="" type="radio"/> |
| BLEVE/ bola de fuego | <input type="radio"/> | Nube tóxica | <input type="radio"/> | | | | |
| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | |
| VIII. 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 |
| Cono de fuego (Jet fire) | 16.60 - 12.75 m | 19.83 m | 26.25 m | Ignición tardía (explosión) | 24.01- 21.96m | 28.23 m | 33.52 m |

| Nombre de Simulador Utilizado | PHAST 6.7 | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Instalación | GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. | | | | | | |
| I. Datos de escenario | | | | | | | |
| Clave | Nombre | | | | | Peor Caso | <input checked="" type="radio"/> |
| E2-S01-PC-DCTO/ALT. | Fuga de Gas Natural por rotura total del ducto de 12" | | | | | Caso más Probable | |
| Descripción | Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 12" Ø) en el gasoducto de 12", a causa de golpe con maquinaria pesada de terceras partes, durante trabajos de mantenimiento/excavación. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | | | | | Fecha | 03/2020 |
| Objetivo | Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario. | | | | | | |
| II. Sustancias Involucradas | | | | | | | |
| Nombre de la Sustancia | Composición | % molar | <input checked="" type="radio"/> | % másico | | % Volumétrico | |
| Componente Gas Natural | % | toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV(8 H TWA) | TLV (15MIN STEL) | |
| CH ₄ | 87.5% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| C6+ | 0.03% | No aplica | 1.2 % - 7.7 % | N/D | N/D | N/D | |
| Propano | 1% | No aplica | 3.4 % - 13.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 5 - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| neopentano | 0.1 % | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| nitrógeno | 2.5% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| CO ₂ | 1% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| Etano | 5% | No aplica | 3%-12.4 % | N/D | N/D | N/D | |

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 33 de 50 |

| III. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------|
| Presión | 21 kg/cm ² | Temperatura | 20 °C | Estado | Vapor | líquido debajo de su p.e | líquido arriba de su p.e | | |
| Fase del Material Liberado | Vapor | | | Líquido | | líquido/vapor | | | |
| Contenedor : | cilindro | | Esfera | | tipo de fuga | falla catastrófica | válvula de alivio | | |
| Tubería | | otro: | | | Orificio en Cuerpo o Tubería | | Cizalla de Tubería , otro | | |
| Alto del recipiente | 0 m | Diámetro o ancho del recipiente/ tubería | | | | 12 plg | Largo del recipiente: | | m |
| Área del dique | m ² | Tipo de superficie la que se encuentra el recipiente: | | | Tierra seca: | Tierra húmeda: | Concreto | | otra |
| Área del orificio | | Coef. De Pérdida del orificio | | | | Elevación del punto de liberación: | 0 m | Altura hid | m |
| Dirección de la fuga | Vertical | | Horizontal | | Hacia abajo | | Golpea contra | Inclina da | Grados |
| Tiempo estimado de liberación: | | | | 60 Segundos | | Flujo volumétrico | | 3.75 m ³ /s | |

| IV. Condiciones atmosférica y del entorno | | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--|---------|---------|------------|--|----------|------|----------|
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | | | | 1.5 F | | | | | |
| Temperatura atmosférica | | | | | 24 °C | | | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | | | | 9.85 °C | | | | | |
| Humedad relativa | | | | | 80.21% | | | | | |
| Presión atmosférica | | | | | --- | | | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | | | | --- | | | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | | | | SE-NW | | | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | | Rural: | | Urbana: | | Industrial | | Marítima | Otra | Explicar |

| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------|--|--|--|---------|--|
| Sitio 1 | | | | Sitio 2 | | | | Sitio 3 | |

| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|-----------------|--|------------------|--|-------------------|--|
| Dardo, antorcha o jet de fuego | | | | Charco de fuego | | Incendio de nube | | Explosión de nube | |
| BLEVE/ bola de fuego | | | | Nube tóxica | | | | | |

| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| VIII. 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 | | |
| Cono de fuego (Jet fire) | 122.49 - 92.51 m | 158.78 m | 237.92 m | Ignición tardía (explosión) | 298.62 - 273.81 m | 349.72 m | 412.80 m | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------|-----------------|--------------|----------------------|--------------|--------------------------|--|
| Nombre de Simulador Utilizado | PHAST 6.7 | | | | | | | | |
| Instalación | GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. | | | | | | | | |
| I. Datos de escenario | | | | | | | | | |
| Clave | Nombre | | | | | | | Peor Caso | |
| E3-S01-CMP- DCTO/ALT | Fuga de Gas Natural por orificio del ducto de 12" | | | | | | | Caso más Probable | |
| Descripción | Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 12" Ø) en el gasoducto de 12", a causa de golpe con maquinaria pesada de terceras partes, durante trabajos de mantenimiento/excavación. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | | | | | | Fecha | 03/2020 | |
| Objetivo | Determinar las posibles afectaciones, al personal, al medio ambiente y a las instalaciones, de presentarse el escenario. | | | | | | | | |
| II. Sustancias Involucradas | | | | | | | | | |
| Nombre de la Sustancia | Composición | % molar | | % másico | | % Volumétrico | | | |
| Componente Gas Natural | % | toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV(8 H TWA) | TLV (15MIN STEL) | | | |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 34 de 50 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-------|-----------|----------------|-----|-----|-----|--|
| CH ₄ | 87.5% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| C6+ | 0.03% | No aplica | 1.2 % - 7.7 % | N/D | N/D | N/D | |
| Propano | 1% | No aplica | 3.4 % - 13.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 5 - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- butano | 0.3% | No aplica | 1.8 % - 8.4 % | N/D | N/D | N/D | |
| neopentano | 0.1 % | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| i- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| n- pentano | 0.1% | No aplica | 1.4 % - 7.8 % | N/D | N/D | N/D | |
| nitrógeno | 2.5% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| CO ₂ | 1% | No aplica | N/D | N/D | N/D | N/D | |
| Etano | 5% | No aplica | 3% -12.4 % | N/D | N/D | N/D | |

| III. Condiciones de Confinamiento y Características de Liberación | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|-------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Presión | 21 kg/cm ² | Temperatura | 20 °C | Estado | Vapor | líquido debajo de su p.e | líquido arriba de su p.e |
| Fase del Material Liberado | Vapor | <input checked="" type="radio"/> | Líquido | | | líquido/vapor | |
| Contenedor : | cilindro | | Esfera | | tipo de fuga | falla catastrófica | válvula de alivio |
| Tubería | <input checked="" type="radio"/> | otro: | | | Orificio en Cuerpo o Tubería | | Cizalla de Tubería , otro |
| Alto del recipiente | 0 m | Diámetro o ancho del recipiente/ tubería | | | 2.4 ptg | Largo del recipiente: | m |
| Área del dique | m ² | Tipo de superficie la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | Tierra húmeda: | Concreto | <input checked="" type="radio"/> |
| Área del orificio | | Coef. De Pérdida del orificio | | | Elevación del punto de liberación: | 0 m | Altura hid m |
| Dirección de la fuga | Vertical | | Horizontal <input checked="" type="radio"/> | Hacia abajo | | Golpea contra | Inclinada Grados |
| Tiempo estimado de liberación: | 60 Segundos | | | Flujo volumétrico | | 3.75 m ³ /s | |

| IV. Condiciones atmosférica y del entorno | | | | | | | |
|---|--------|--|---------|---------|---|----------|---------------|
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | | | 1.5 F | | Otro | |
| Temperatura atmosférica | | | | 24 °C | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | | | 9.85 °C | | | |
| Humedad relativa | | | | 80.21% | | | |
| Presión atmosférica | | | | --- | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | | | --- | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | | | SE-NW | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | Rural: | | Urbana: | | Industrial <input checked="" type="radio"/> | Marítima | Otra Explicar |

| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | |
|--|--|---------|--|---------|--|--|--|
| Sitio 1 | | Sitio 2 | | Sitio 3 | | | |

| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|--|------------------|--|-------------------|----------------------------------|
| Dardo, antorcha o jet de fuego | <input checked="" type="radio"/> | Charco de fuego | | Incendio de nube | | Explosión de nube | <input checked="" type="radio"/> |
| BLEVE/ bola de fuego | | Nube tóxica | | | | | |

| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|--|--|--|

| VIII. 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/m ² | 5 kW/m ² | 1.4 kW/m ² | | 10 -3 lb/cm ² | 1 lb/cm ² | 0.5 lb/cm ² |
| Cono de fuego (Jet fire) | 15.87 - 13.40 m | 27.23 m | 73.40 m | Ignición tardía (explosión) | 92.40 - 86.07 m | 105.44 m | 121.79 m |

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 35 de 50 |

V.2.3.2. Representación de los Radios de Afectación.

En las imágenes siguientes pueden 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); van de 12.5 KW/m² a 37.5 KW/m², de igual manera se muestran las distancias de afectación en cada uno de los escenarios. Para mayor detalle, **Ver Anexo 9. Radios de Afectación.**

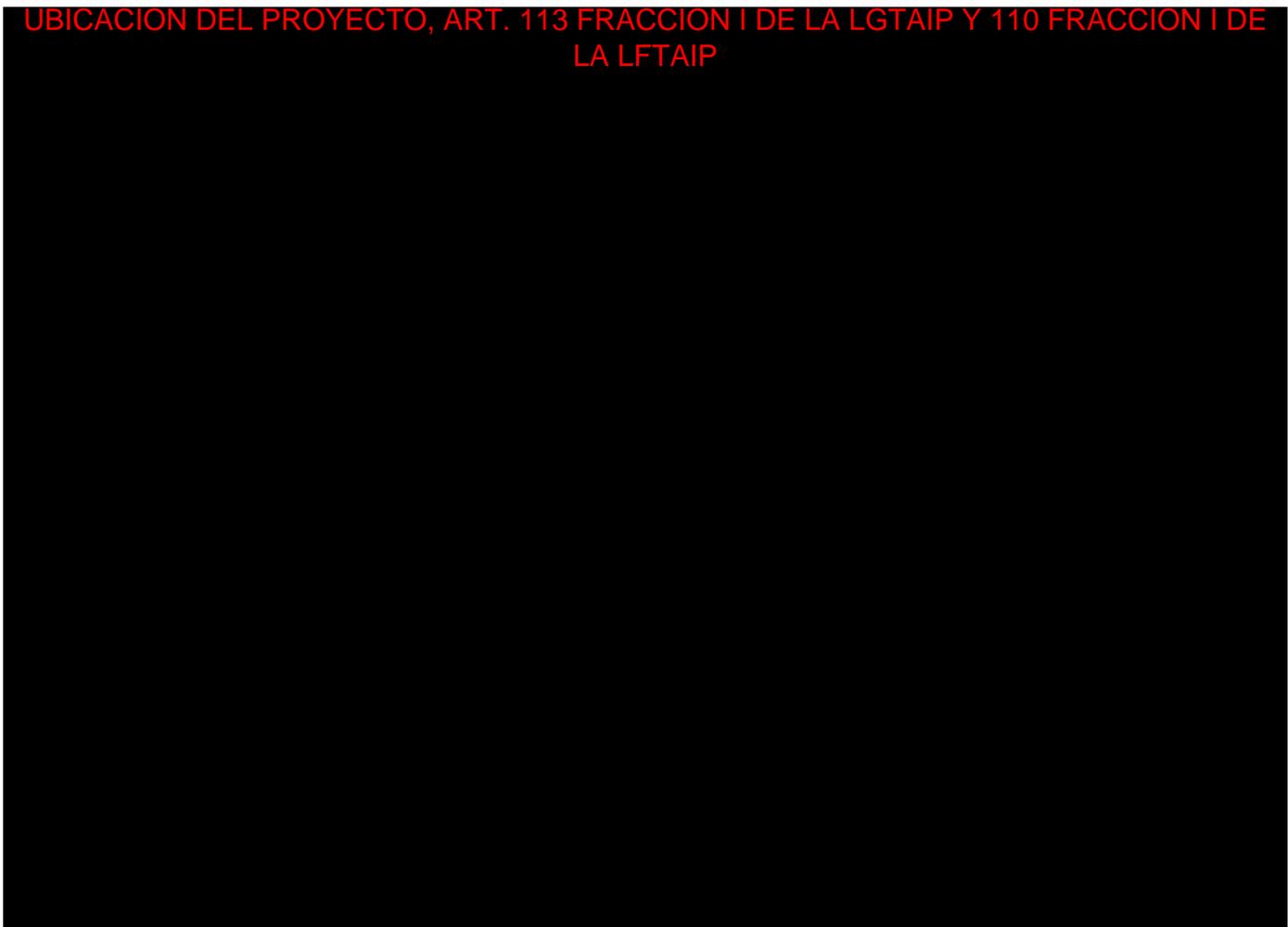
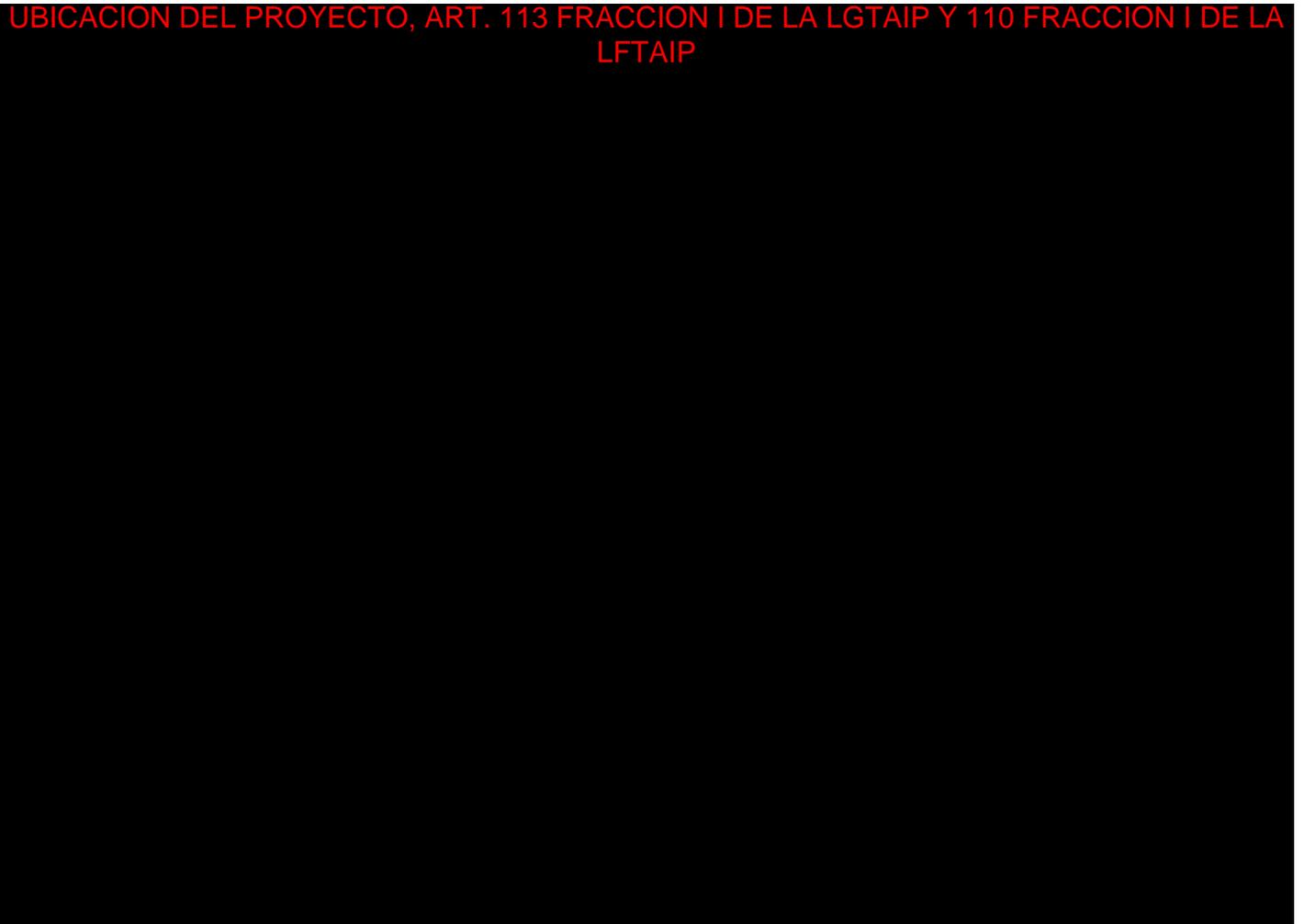


Figura V.2. Escenario E1-N01-CMP-DCTO/ALT (CHOF). Fuga de Gas Natural en válvula de purga del filtro.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 36 de 50 |

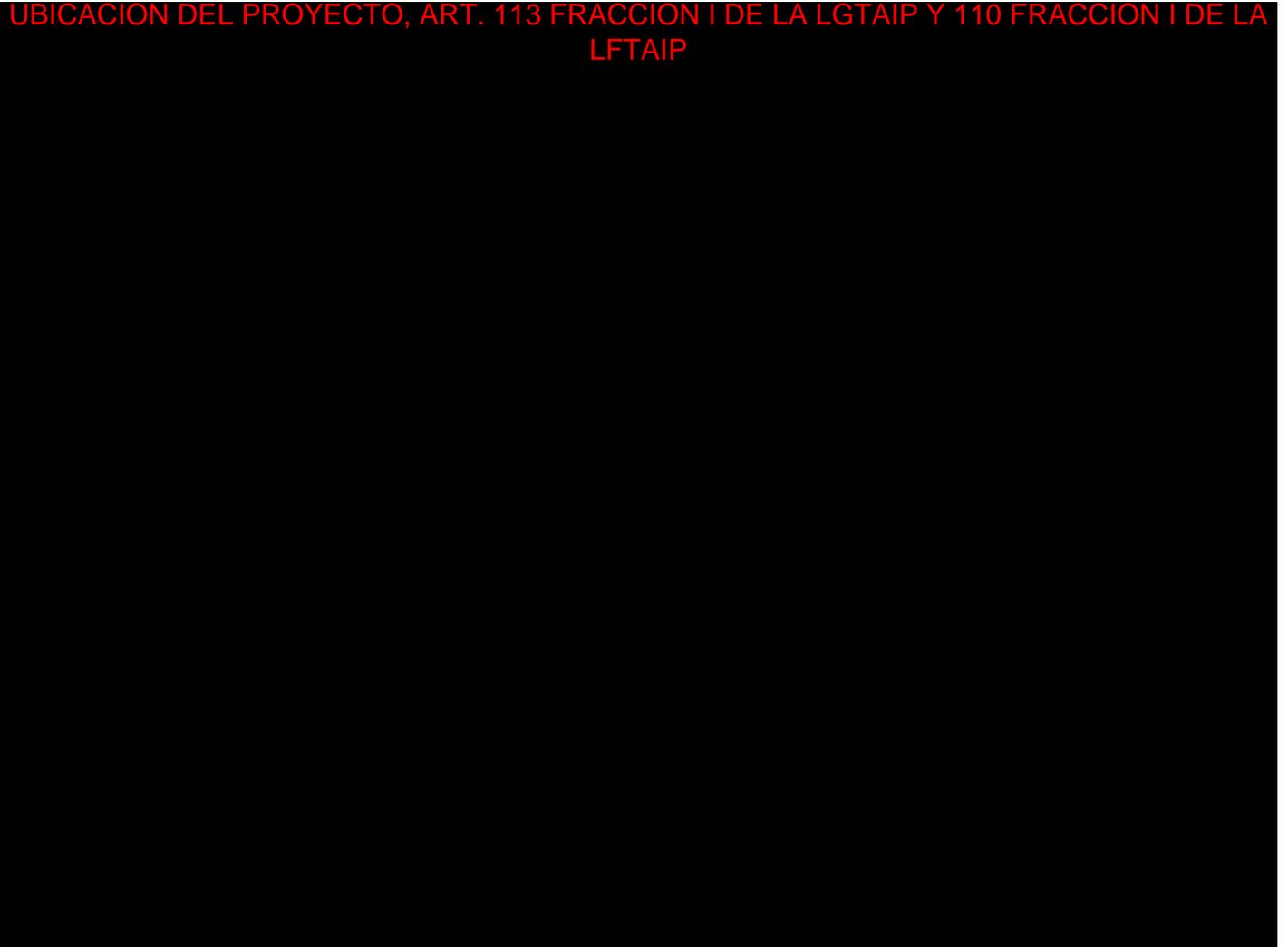
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



del filtro.

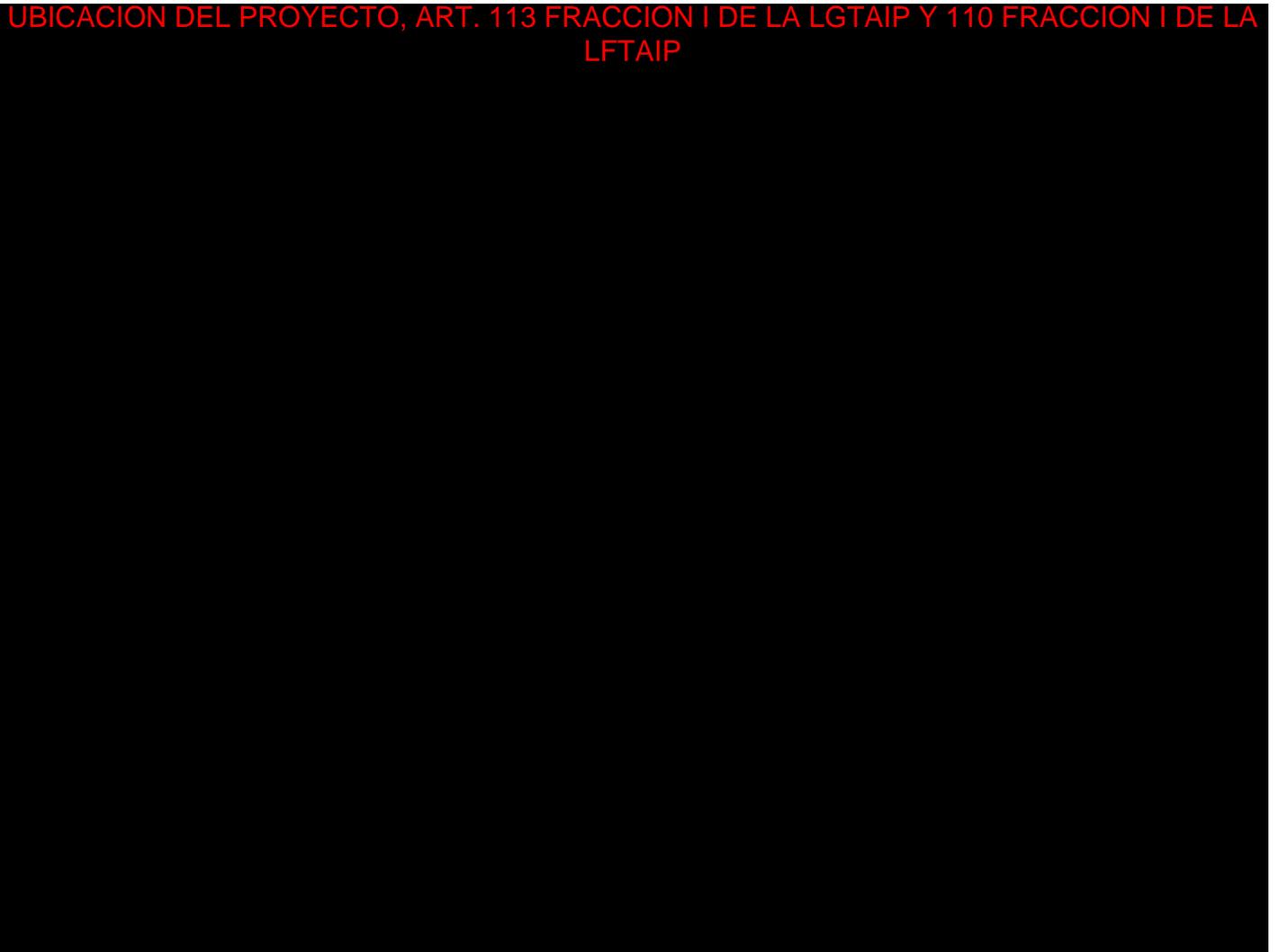
| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 37 de 50 |

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



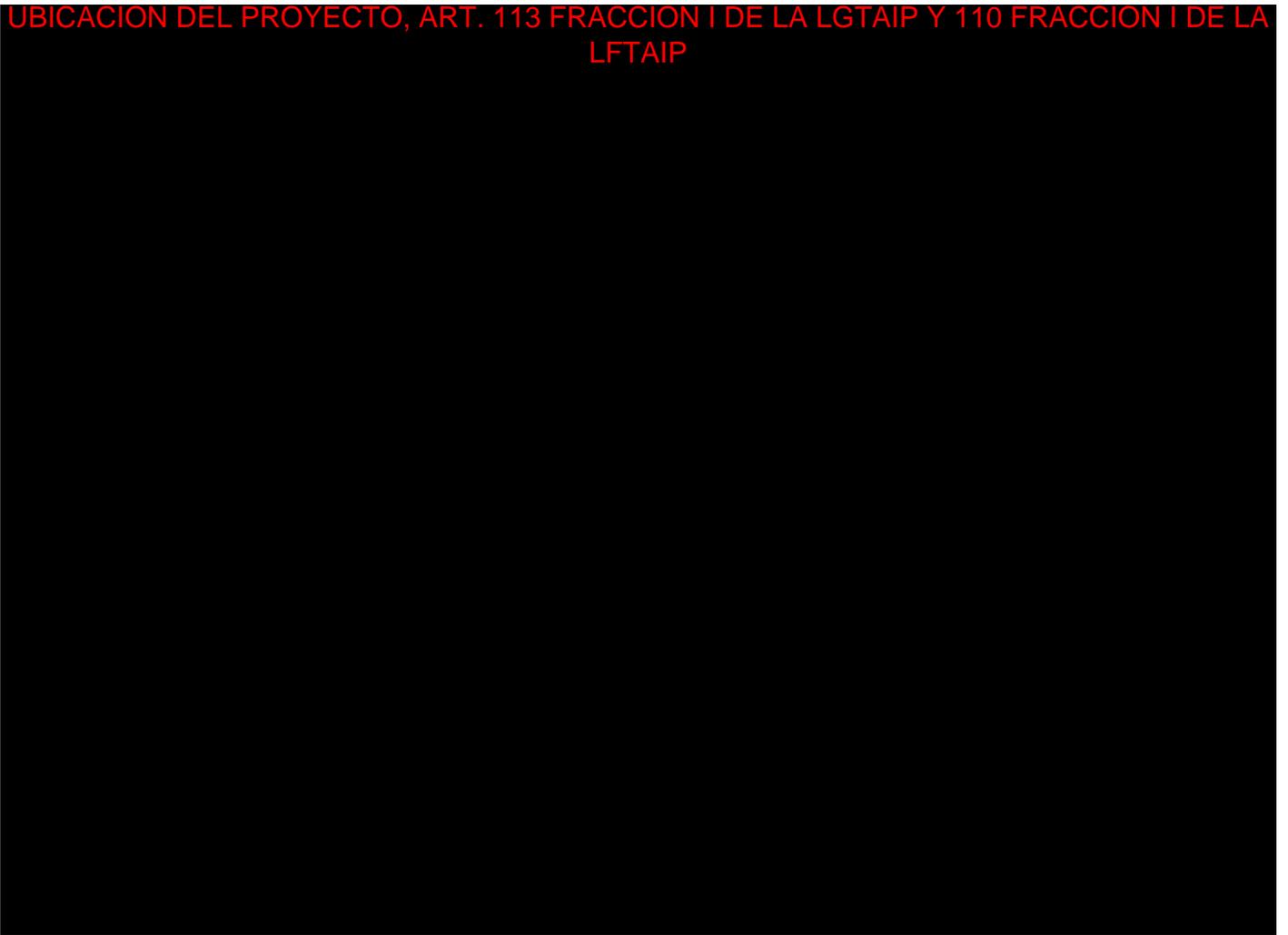
| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 38 de 50 |

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



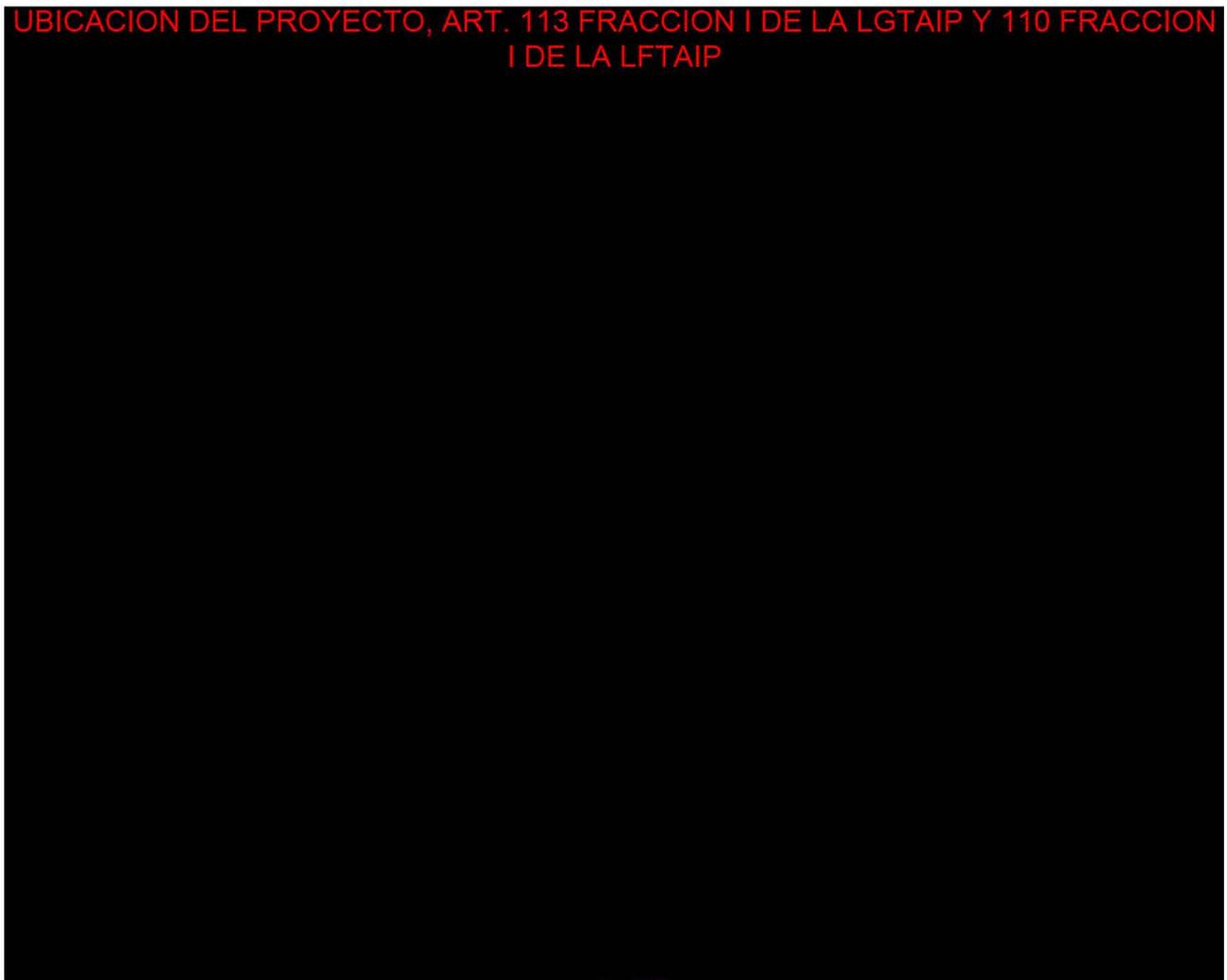
| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 39 de 50 |

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



de 12”.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 40 de 50 |



| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 41 de 50 |

V.3 ANÁLISIS DE RIESGO.

V.3.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

De acuerdo con el numeral V.1.1, donde se identificaron escenarios ubicados en las regiones de Riesgo ALARP” (serio) y relacionado al análisis detallado de frecuencias (Numeral V.2.2.), se reposicionaron los escenarios a una categoría de riesgo “medio”; región de riesgo “Tolerable”, donde se logró reducir la frecuencia a un valor de 2 (remoto). A continuación se muestra el reposicionamiento de los escenarios considerados en el Análisis detallado de Frecuencias:

| Escenario | Severidad | Frecuencia | Categoría de riesgo |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| 2.1.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 3.1.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 3.2.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 3.4.2 HAZOP | 3 | 1 | B15 |
| 4.1.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 5.1.1 HAZOP | 3 | 1 | B15 |
| 7.1.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 8.1.1 HAZOP | 3 | 2 | B10 |
| 9.1.1 HAZOP | 3 | 1 | B15 |
| 1.1.1 QPS | 3 | 2 | B10 |
| 1.2.2 QPS | 3 | 2 | B10 |
| 1.3.1 QPS | 2 | 2 | B14 |
| 2.1.1 QPS | 3 | 2 | B10 |
| 2.2.1 QPS | 3 | 2 | B10 |
| 3.1.1 QPS | 3 | 1 | B15 |

V.3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones, en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando las áreas de interés, instalaciones, población, personal, ductos, cruzamientos, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, donde se consideró la probabilidad de ocurrencia de un efecto domino, se describe detalladamente las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. (Personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.).

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 42 de 50 |

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.

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, 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.

Tabla V.17. Interacciones de Riesgos.

| Clave del Escenario de Riesgo | Equipo/Sitio donde se presenta la fuga simulada | Sustancia peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de Trabajo) |
|-------------------------------|---|---|--|
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT (CHOF) | ERM City Gate | Gas Natural | Sistema SCADA. Indicadores de Presión (PI). Transmisor indicador de presión (PIT). Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT). Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del proyecto con el Ducto existente de llegada). Transmisor indicador de flujo (FIT). Tren de Medición y de Regulación de respaldo. Sistema de paro por emergencia. Recubrimientos anticorrosivos. Válvula de seguridad de presión PSV-201. Procedimientos de mantenimiento. Plan de emergencias. |
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT (UVCE) | ERM City Gate | Gas Natural | Sistema SCADA. Indicadores de Presión (PI). Transmisor indicador de presión (PIT). Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT). Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del proyecto con el Ducto existente de llegada). Transmisor indicador de flujo (FIT). |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 43 de 50 |

| Clave del Escenario de Riesgo | Equipo/Sitio donde se presenta la fuga simulada | Sustancia peligrosa involucrada e el Escenario de Riesgo | UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de Trabajo) |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| | | | | <p>ren de Medición y de Regulación de espaldo.</p> <p>istema de paro por emergencia.</p> <p>ecubrimientos anticorrosivos.</p> <p>álvula de seguridad de presión PSV-01.</p> <p>rocedimientos de mantenimiento.</p> <p>lan de emergencias.</p> |
| E2-S01-PC- DCTO/ALT (CHOF) | Trayectoria Ducto de 12" | Gas Natural | | <p>istema SCADA.</p> <p>álvula VON 101 en la E.R.M</p> <p>islamiento del ducto de 12" con el ducto existente de llegada de 48").</p> <p>istema de paro por emergencia.</p> <p>ecubrimientos anticorrosivos.</p> <p>rocedimientos de mantenimiento.</p> <p>lan de emergencias.</p> |
| E2-S01-PC- DCTO/ALT (UVCE) | Trayectoria Ducto de 12" | Gas Natural | | <p>istema SCADA.</p> <p>álvula VON 101 en la E.R.M</p> <p>islamiento del ducto de 12" con el ducto existente de llegada de 48").</p> <p>istema de paro por emergencia.</p> <p>ecubrimientos anticorrosivos.</p> <p>rocedimientos de mantenimiento.</p> <p>lan de emergencias.</p> |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 44 de 50 |

| Clave del Escenario de Riesgo | Equipo/Sitio donde se presenta la fuga simulada | Sustancia peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo | UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de Trabajo) |
|-------------------------------|---|---|---|--|
| E3-S01-CMP- DCTO/ALT (CHOF) | Trayectoria Ducto de 12" | Gas Natural | UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de Trabajo) |
| E3-S01-CMP- DCTO/ALT (UVCE) | Trayectoria Ducto de 12" | Gas Natural | | <p>Sistema SCADA.</p> <p>Válvula VON 101 en la E.R.M</p> <p>Aislamiento del ducto de 12" con el ducto existente de llegada de 48").</p> <p>Sistema de paro por emergencia.</p> <p>Cubrimientos anticorrosivos.</p> <p>Procedimientos de mantenimiento.</p> <p>Plan de emergencias.</p> |
| E3-S01-CMP- DCTO/ALT (UVCE) | Trayectoria Ducto de 12" | Gas Natural | | <p>Sistema SCADA.</p> <p>Válvula VON 101 en la E.R.M</p> <p>Aislamiento del ducto de 12" con el ducto existente de llegada de 48").</p> <p>Sistema de paro por emergencia.</p> <p>Cubrimientos anticorrosivos.</p> <p>Procedimientos de mantenimiento.</p> <p>Plan de emergencias.</p> |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 45 de 50 |

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

Tabla V.18. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|----------------------------|--|---|
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT-CHOF). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en un radio de hasta 12.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias serán del 80 a 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada de 37.5 kW/m². Así mismo, las personas ubicadas a no más de 17 m donde se reciben 12.5 kW/m², presentarán quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 10 kW/m² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos y con 8 kW/m² 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 19.8 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m², será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 26.2 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m², las personas no tendrán incomodidad durante la exposición prolongada.</p> <p><u>Ambiente:</u> En caso de presentarse este escenario de riesgo no se tendría impacto significativo sobre algún componente ambiental, ya que la zona se encuentra rodeada de establecimientos comerciales e industriales.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R.M y pérdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será en la Zona de Alto Riesgo (Otro), donde se encuentra la totalidad de las instalaciones de la E.R.M., ya que con niveles de radiación alcanzados (40 kW/m²) a 11 m, se puede derretir el acero, cabe señalar que en el presente evento de riesgo se llegan alcanzar radiaciones de hasta 154 kW/m², por lo que el material de los componentes pueden presentar fallas en su integridad estructural. Por exposición a radiaciones térmicas de 1.4 a 5.0 kW/m², las instalaciones no sufrirán daño o afectación relevante. Dentro de la Zona de Alto Riesgo (ZAR), al este de la E.R.M. se encuentra una construcción (refaccionaria) que pudiera verse afectada ligeramente por la radiación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Indicadores de Presión (PI). - Transmisor indicador de presión (PIT). - Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT). - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del proyecto con el Ducto existente de llegada). - Transmisor indicador de flujo (FIT). - Tren de Medición y de Regulación de respaldo. - Sistema de paro por emergencia. - Recubrimientos anticorrosivos. - Válvula de seguridad de presión PSV-201. - Procedimientos de mantenimiento. -Plan de emergencias. |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 46 de 50 |

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|-----------------------------|--|---|
| E1-N01-CMP-DCTO/ALT (UVCE). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que la afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto donde se genera el evento, será la muerte instantánea ya que al recibir 25 psi m se tiene el 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar. A los 15 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que les provocaría rotura de tímpanos. A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará lesiones importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más, en la Zona de Amortiguamiento (ZA).</p> <p><u>Ambiente:</u> La afectación que sufrirá el medio ambiente es puntual y será principalmente sobre el elemento suelo, ya que, con 300 psi, son suficientes para formar un cráter. Los elementos localizados en la Zona de Amortiguamiento y en la Zona de Alto Riesgo, no sufrirán afectaciones significativas.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R.M. y perdida en la producción. La afectación principal y severa será para la propia E.R.M. ya que se encuentra dentro del radio que recibe 10 psi. La instalación (refaccionaria) al Este de la Estación, recibiría de 3 a 1 psi, lo que provocaría la deformación del concreto de sus muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Indicadores de Presión (PI). - Transmisor indicador de presión (PIT). - Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT). - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del proyecto con el Ducto existente de llegada). - Transmisor indicador de flujo (FIT). - Tren de Medición y de Regulación de respaldo. - Sistema de paro por emergencia. - Recubrimientos anticorrosivos. - Válvula de seguridad de presión PSV-201. - Procedimientos de mantenimiento. -Plan de emergencias. |

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|----------------------------|---|--|
| E2-S01-PC-DCTO/ALT (CHOF). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en un radio de hasta 92.5 m de donde se genere el evento, las consecuencias serán del 80 a 100 % de mortalidad si se exponen durante un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada de 37.5 kW/m². Así mismo, las personas ubicadas a no más de 122 m donde se reciben 12.5 kW/m², presentarán quemaduras de 1er grado a los 10 segundos de exposición. A los 10 kW/m² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos y con 8 kW/m² 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 158 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m², será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Respecto a la</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del ducto de 12" con el Ducto existente de llegada de 48"). - Sistema de paro por emergencia. - Recubrimientos anticorrosivos. - Procedimientos de mantenimiento. -Plan de emergencias. |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 47 de 50 |

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|---------------------------|--|--|
| | <p>Zona de Amortiguamiento, misma que va del limite de la ZAR y hasta los 237 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m², las personas no tendrán incomodidad durante la exposición prolongada.</p> <p><u>Ambiente:</u> En caso de presentarse este escenario de riesgo no se tendría impacto significativo sobre algún componente ambiental, ya que la zona se encuentra rodeada de establecimientos comerciales e industriales.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R.M y el Ducto, perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será en la Zona de Alto Riesgo (Otro), donde se encuentra la totalidad de las instalaciones de la E.R.M. y el ducto de 12”, ya que con niveles de radiación alcanzados (40 kW/m²) a 85 m, se puede derretir el acero, cabe señalar que en el presente evento de riesgo se llegan alcanzar radiaciones de hasta 313.1 kW/m², por lo que el material de los componentes presentará fallas en su integridad estructural. Por exposición a radiaciones térmicas de 5.0 a 1.4 kW/m², las instalaciones no sufrirán daño o afectación relevante. Dentro de la Zona de Alto Riesgo (ZAR), al Norte y Sur de la trayectoria del Ducto, principalmente, se encuentran construcciones que posiblemente se verán afectadas ligeramente por la radiación.</p> | |
| E2-S01-PC-DCTO/ALT(UVCE). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que la afectación a las personas que se encuentren inmediatos al punto donde se genera el evento, será la muerte instantánea ya que al recibir 25 psi m se tiene el 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar. A los 200 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que les provocaría rotura de tímpanos. A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará lesiones importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más, en la Zona de Amortiguamiento (ZA).</p> <p><u>Ambiente:</u> La afectación que sufrirá el medio ambiente es puntual y será principalmente sobre el elemento suelo, ya que, con 300 psi, son suficientes para formar un cráter. Los elementos localizados en la Zona de Amortiguamiento y en la Zona de Alto Riesgo, no sufrirán afectaciones significativas.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R.M. y Ducto de 12”, y pérdida en la producción. La afectación principal y severa será para la propia E.R.M. y el ducto ya que se encuentra dentro del radio que recibe 10 psi. Las instalaciones encontradas a los alrededores del ducto a nomas de 349 m, recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la deformación del concreto de sus muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del ducto de 12” con el Ducto existente de llegada de 48”). - Sistema de paro por emergencia. - Recubrimientos anticorrosivos. - Procedimientos de mantenimiento. -Plan de emergencias. |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 48 de 50 |

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|-----------------------------|--|--|
| E3-S01-CMP-DCTO/ALT (CHOF). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que en un radio de hasta 13.4 m de donde se genere el evento, las consecuencias serán del 80 a 100 % de mortalidad si se exponen durante un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada de 37.5 kW/m². Así mismo, las personas ubicadas a no más de 15.8 m donde se reciben 12.5 kW/m², presentarán quemaduras de 1er grado a los 10 segundos de exposición. A los 10 kW/m² de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos y con 8 kW/m² 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 27.2 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m², será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 73.4 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m², las personas no tendrán incomodidad durante la exposición prolongada.</p> <p><u>Ambiente:</u> En caso de presentarse este escenario de riesgo no se tendría impacto significativo sobre algún componente ambiental, ya que la zona se encuentra rodeada de establecimientos comerciales e industriales.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R.M y el Ducto, perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será en la Zona de Alto Riesgo (Otro), donde se encuentra la totalidad de las instalaciones de la E.R.M. y el ducto de 12”, ya que con niveles de radiación alcanzados (40 kW/m²) a 8 m, se puede derretir el acero, cabe señalar que en el presente evento de riesgo se llegan alcanzar radiaciones de hasta 236.4 kW/m², por lo que el material de los componentes presentará fallas en su integridad estructural. Por exposición a radiaciones térmicas de 5.0 a 1.4 kW/m², las instalaciones no sufrirán daño o afectación relevante. Dentro de la Zona de Alto Riesgo (ZAR), al Norte y Sur de la trayectoria del Ducto, principalmente, se encuentran construcciones que posiblemente se verán afectadas ligeramente por la radiación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del ducto de 12” con el Ducto existente de llegada de 48”). - Sistema de paro por emergencia. - Recubrimientos anticorrosivos. - Procedimientos de mantenimiento. -Plan de emergencias. |
| E3-S01-CMP-DCTO/ALT (UVCE). | <p><u>Personal y Población:</u> La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que la afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto donde se genera el evento, será la muerte instantánea ya que al recibir 25 psi m se tiene el 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar. A los 50 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que les provocaría rotura de tímpanos. A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema SCADA. - Válvula VON 101 en la E.R.M (aislamiento del ducto de 12” con el Ducto existente de llegada de 48”). - Sistema de paro por |

| | | |
|---|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 49 de 50 |

| Clave del escenario | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas |
|---------------------|---|---|
| | <p>lo que no provocará lesiones importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más, en la Zona de Amortiguamiento (ZA).</p> <p>Ambiente: La afectación que sufrirá el medio ambiente es puntual y será principalmente sobre el elemento suelo, ya que, con 300 psi, son suficientes para formar un cráter. Los elementos localizados en la Zona de Amortiguamiento y en la Zona de Alto Riesgo, no sufrirán afectaciones significativas.</p> <p>Producción/Instalación: Pérdidas económicas derivadas del daño a la E.R:M. y Ducto de 12”, y pérdida en la producción. La afectación principal y severa será para la propia E.R.M. y el ducto ya que se encuentra dentro del radio que recibe 10 psi. Las instalaciones encontradas a los alrededores del ducto a nomas de 105 m, recibirían de 3 a 1 psi, lo que provocaría la deformación del concreto de sus muros no reforzados, así mismo, las estructuras de acero se verán seriamente afectados (distorsión estructural).</p> | <p>emergencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recubrimientos anticorrosivos. - Procedimientos de mantenimiento. - Plan de emergencias. |

En el caso de los efectos sobre la salud humana producto de un Jet fire y una Explosión, es la mortalidad, ya que las personas que se expongan a la radiación por periodos prolongados de tiempo y considerando la máxima radiación obtenida en los escenarios de simulación (313 kW/m²), estos son suficiente para causar la muerte de personas si estas se exponen a la radiación por menos de un minuto, sin embargo para que esto suceda, las personas deben estar contiguas al incendio, ya que a mayor distancia de la fuente de calor, la radiación tiende a disminuir y por ende, sus efectos. De igual manera, la sobrepresión alcanzada en los eventos puede tener efectos catastróficos sobre las personas.

Respecto a los posibles efectos ambientales, se considera que para todos los escenarios de riesgo, los efectos ambientales¹ son de tipo: Ninguno (N) y Reparable (R), lo que significa que aunque dichos escenarios pueden afectar áreas externas a los terrenos de la instalación, estos nos tendrán suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos, ya que carece de componentes ambientales susceptibles a afectación y no disminuirán la calidad o funcionalidad de un componente ambiental.

¹ (C) **Catastrófico:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que pueden causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) **Grave:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) **Significativo:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) **Reparable:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) **Ninguno:** Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | V |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 50 de 50 |

Así mismo, los efectos sobre la salud humana para todos los escenarios de riesgo pueden ser de efecto Catastrófico (C), ya que los valores máximos obtenidos son suficientes para causar la muerte en las personas que se localicen dentro de las Zonas de Alto Riesgo, principalmente a un par de metros del punto donde se genera el evento de incendio.

V.3.3. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP, (AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE).

Derivado del reposicionamiento de escenarios, no se identificaron escenarios ubicados en las regiones de Riesgo “no tolerable y/o ALARP” (Serio y Alto), por lo que no se considera necesario determinar el Nivel de seguridad (SIL), al igual que desarrollar el Análisis de Capas de Protección (LOPA) para el Proyecto.

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 5 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| VI. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO..... | 2 |
| VI.1. SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO..... | 2 |
| VI.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS..... | 3 |

Tabla

| | |
|---|---|
| Tabla VI.1. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos..... | 4 |
|---|---|

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 5 |

VI. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

A continuación se describen los dispositivos, medidas y sistemas de seguridad instaurados en el Proyecto.

VI.1. SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO.

El Proyecto cuenta con distintos Sistemas e Instrumentos para el Monitoreo y Control del Proceso (Sistema SCADA), con los cuales se monitorea principalmente las variables de flujo, presión y temperatura, así como el control de válvulas de aislamiento.

Válvula de Aislamiento.

A la entrada de la estación, se encuentra instalada una válvula VON-101 de seccionamiento de 4"Ø, la cual tiene la función de seguridad, ya que cuando la válvula detecte un incremento de presión la válvula interpretará que existe una obstrucción, debido a eso la válvula actuará en respuesta a este incremento de presión.

El actuador será calibrado a 73.5 kg/cm² de presión en el valor máximo de presión de operación del ducto aguas abajo antes de entrar a la sección de filtración de la estación. De la misma forma cuando la válvula detecte una caída de presión la válvula interpretará que existe una fuga, debido a eso la válvula actuará en respuesta a esta caída de presión. El actuador será calibrado a 42 kg/cm² de presión en el caso de la mínima presión de operación del ducto de entrada, seguidos por un filtro coalescedor FG-01, en el filtro se encuentra instalado un transmisor de presión diferencial el cual indicará una diferencia de presión.

Instrumentación.

Para las distintas secciones de la E.R.M., se cuenta con elementos como:

- Indicadores de Presión (PI).
- Transmisor indicador de presión (PIT).
- Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT).
- Transmisor indicador de temperatura (TIT).
- Transmisor indicador de flujo (FIT).
- Tren de Medición (FX).
- Tren de Regulación (PCV).
- Válvula de seguridad de presión (PSV).
- Sistema de paro por emergencia.

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 5 |

Elementos del sistema satelital para transmitir al SCADA.

- Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- Sistema de tierras y protección para la antena satelital.
- Monitoreo de red.
- Traductor de medios.
- Swich Router con Firewall.
- Modem VSAT.
- Antena tipo plato satelital VSAT.
- Sistema de apartarrayos, MCA. IPECSA:
 - o Punta de pararrayos.
 - o Barra de descarga.
 - o Cable desnudo de bajada y arillos equipotenciales y accesorios.
- Sistema de tierras físicas Delta, MCA. IPECSA:
 - o Electrodo de puesta a tierra.
 - o Cables desnudos y accesorios.
- Conexiones, Radio-Antena, MCA. MDS.
- Protector de descargas para puerto RS-232/DB-25. MCA BLACKBOX.
- Anclajes de 3/4" de 1 m. de desarrollo galvanizado.
- Mástil de tubo de 4" Ced. 40.

De igual manera, la promotora cuenta con sus Procedimientos Operativos y de Mantenimiento para las instalaciones del proyecto.

VI.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

A continuación se indican las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos:

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 5 |

Tabla VI.1. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

| No. | Recomendación | Id. Del nodo | Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones | Escenario de Riesgo | | Responsable | Nivel de Riesgo |
|-----|---|--------------|--|---------------------|--|-------------|-----------------|
| | | | | No. | Descripción | | |
| R1 | Asegurarse que el personal de seguridad, encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso | Nodo 1 | Elemento VI. Capacitación y adiestramiento para asegurar la competencia para realizar las actividades de mantenimiento Elemento XI. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad. | E1-N01-CMP-DCTO/ALT | Fuga de Gas Natural (equivalente al 100% de ½"Ø) en la válvula de purga instalada en el filtro (FG-01), a causa de la apertura durante trabajos de mantenimiento y olvido al cerrar. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | GNPIA | Serio |
| R2 | Asegurar la aplicación del programa de Mantenimiento predictivo y preventivo a los accesorios y sistema de instrumentación del sistema de filtrado. | | Elemento X. Control de operaciones, actividades y procesos. Elemento XI. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad para cumplir con las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento. | | | GNPIA | |
| R3 | Contemplar la instalación de detectores de mezclas explosivas y/o tóxicas. | | Elemento XIII Preparación y Respuesta a Emergencias. | | | GNPIA | |
| R4 | Incluir en la ingeniería el diseño del sistema de paro de emergencia. | | Elemento XIII Preparación y Respuesta a Emergencias. | | | GNPIA | |
| R5 | Contemplar la instalación de extintores portátiles o algún otro sistema contra incendio alternativo. | | Elemento XIII Preparación y Respuesta a Emergencias. | | | GNPIA | |

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 5 |

| No. | Recomendación | Id. Del nodo | Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones | Escenario de Riesgo | | Responsable | Nivel de Riesgo |
|-----|--|--------------|--|--|--|-------------|-----------------|
| | | | | No. | Descripción | | |
| R6 | Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos y de mantenimiento conforme a los manuales, códigos y bases de diseño. | Sistema 1 | Elemento XI. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad. | E2-S01-PC-DCTO/ALT y E3-S01-CMP-DCTO/ALT | Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% y 20% de 12" Ø) en el gasoducto de 12", a causa de golpe con maquinaria pesada de terceras partes, durante trabajos de mantenimiento/excavación. Tiempo de respuesta de 60 segundos. | GNPIA | Serio |
| R7 | Supervisar las actividades de mantenimiento de contratistas (internos o externos al proyecto). | | Elemento XII Seguridad de Contratistas | | | GNPIA | |
| R8 | Delimitar con señalética el Derecho de Vía del ducto. | | Elemento XI. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad para cumplir con las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento. | | | GNPIA | |
| R9 | Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias. | | Elemento XIII Preparación y Respuesta a Emergencias. | | | GNPIA | |

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPA” | CAPÍTULO | VII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 4 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 2 |
| VII.1. CONCLUSIONES..... | 2 |
| VII.2. RECOMENDACIONES..... | 4 |

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPA” | CAPÍTULO | VII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 4 |

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1. CONCLUSIONES.

El presente Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH) realizado al PROYECTO, 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 el Proyecto, es la ocurrencia de incendio y explosión por la Fuga de Gas Natural, lo anterior derivado de fallas de instrumentación o equipo, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, debido a las condiciones de operación y/o afectaciones ocasionados por terceros, por lo que, las medidas de prevención y control que se instaurarán en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante.

El riesgo existente en la actividad realizada (Transporte de Gas Natural por ducto) 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 del Proyecto. 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 promotora tiene establecidos para la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería en la operación, permite 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 y What if? se identificaron y evaluaron 31 escenarios de riesgo con diferente grado de importancia, que pueden causar daños al personal, impacto ambiental y daños al área de influencia. Los resultados se distribuyen de la siguiente manera:

Hazop:

- 7 escenarios (22.58%) de nivel Bajo catalogado como Riesgo aceptable sin revisión.
- 13 escenarios (41.93%) de nivel Medio que se catalogan como Riesgo aceptable con revisión.
- 1 escenario (3.23 %) de nivel Medio que se cataloga como Riesgo indeseable.

What If?

- 1 escenarios (3.23%) de nivel Bajo catalogado como Riesgo aceptable sin revisión.
- 8 escenarios (25.80 %) de nivel Medio que se catalogan como Riesgo aceptable con revisión.
- 1 escenario (3.23 %) de nivel Medio que se cataloga 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 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 la fuga de GN, que derivan en un incendio y/o explosión, mismos que tendrían afectaciones de alto riesgo a las instalaciones propias del proyecto y a las construcciones externas que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) de los eventos simulados (mediante el PHAST 6.7), como por ejemplo, para el Gasoducto

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPA” | CAPÍTULO | VII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 4 |

de 12”Ø, el escenario E2-S01-PC-DCTO/ALT (CHOF y UVCE), es el más catastrófico, donde el alcance de la ZAR para el evento de incendio es de 158.78 m de distancia y para el evento de explosión es de 349 m.

Así mismo, en lo que respecta a las simulaciones de la E.R.M., los radios resultantes tienen alcances que afectaran al personal operativo, así como a las áreas e instalaciones de los predios colindantes.

De lo anterior, es importante mencionar que de acuerdo con la ponderación empleada (en la Matriz de Riesgos) y la probabilidad de falla encontrada mediante la metodología “Árbol de Falla”, el escenario más catastrófico (Peor caso - PC), tienen una probabilidad baja de ocurrencia (Improbable) y los escenarios menos catastróficos (Casos Más Probables - CMP), representan una probabilidad de ocurrencia media (Medianamente probable).

Es importante señalar, que los radios de posible afectación obtenidos para el Ducto de 12”, pueden ser extrapolados a lo largo de su trayectoria.

Es importante señalar, que para las simulaciones se consideraron las máximas condiciones de operación y las peores condiciones atmosféricas, por lo que dichos resultados representarán las peores condiciones y afectaciones posibles a ocurrir. Para realizar el análisis de consecuencias, se asumieron bajo consenso del equipo evaluador y los criterios propuestos en la “Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)”.

Cabe recalcar, que las medidas de seguridad de diseño y los planes, programas y procedimientos con que cuenta la instalación, hacen que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente.

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 del funcionamiento de la instrumentación y control. De igual manera, es de importancia considerar, los agentes externos que pueden afectar la operación del Ducto y la E.R.M.

La empresa promovente cuenta con sistemas de seguridad y dispositivos que le permitirán reducir la probabilidad y/o consecuencia de los escenarios de riesgo identificados, los cuales se enlistan a continuación:

- Sistema de Control integrado por:
 - Sistema SCADA.
 - Indicadores de Presión (PI).
 - Transmisor indicador de presión (PIT).
 - Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT).
 - Transmisor indicador de temperatura (TIT).
 - Transmisor indicador de flujo (FIT).
 - Tren de Medición (FX).
 - Tren de Regulación (PCV).
 - Válvula de seguridad de presión (PSV).
 - Sistema de paro por emergencia.

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPA” | CAPÍTULO | VII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 4 |

VII.2. RECOMENDACIONES.

Una vez realizado el análisis de riesgo y habiendo identificado los escenarios y sus consecuencias, tomando en cuenta las medidas de seguridad y equipos que pueden ayudar a que los eventos que se presenten sean de menor repercusión para las personas, ambiente y las instalaciones, así como del resultado de la revisión técnica del paquete de ingeniería de diseño, se derivan y establecen una serie de recomendaciones, mismas que se describen a continuación:

1. Para implementar el proyecto, se deberá contar con la autorización de la agencia, del sistema de administración previo al inicio de cualquier actividad de la etapa de construcción y posteriores.
2. Los Análisis de Riesgos deberán evaluarse cada 5 años en las etapas de diseño, ingeniería básica, ingeniería de detalle y previo al inicio de las operaciones o antes si hay cambios en las instalaciones, tecnología u operaciones y previo a un desmantelamiento.
3. Se deberá obtener un Dictamen de Diseño de una Unidad de Verificación acreditada, donde conste que la Ingeniería de Diseño de las instalaciones nuevas, se realizó conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana (NOM-007-ASEA-2016) y se presentará como parte de la solicitud de autorización del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente y teniendo dicha verificación en sus instalaciones para cuando sea solicitada.
4. Atender las recomendaciones que derivaron de la aplicación de las metodologías para la identificación de peligros y evaluación de riesgos (Lista de Verificación y hojas de trabajo HAZOP y WHAT IF).
5. 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).
6. Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante la capacitación y registros de aplicación.
7. Contar con un sistema de comunicación directa con las oficinas del proveedor del Gas Natural, para reportar cualquier falla en el suministro de gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto principal que suministrará el energético.
8. Deberá incluir las especificaciones técnicas del recubrimiento anticorrosivo.
9. Elaborar y poner en práctica un programa para la calibración de los instrumentos de medición y control, así como para el mantenimiento de los mismos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
10. Verificar y en su caso homogenizar entre los documentos de ingeniería y planos, los TAG de los accesorios e instrumentación manejada en cada instalación.
11. Actualizar el paquete de Ingeniería para el proyecto evaluado, con el fin de que exista trazabilidad entre las variables y/o condiciones de operación señaladas en los DTI's, la Filosofía de Operación (FOP), Memoria Técnica Descriptiva (MTD) y Descripción Detallada del Proyecto (DDP).
12. Incluir en el paquete de Ingeniería, el diagrama de flujo de procesos, balance de materia y condiciones de operación.
13. Actualizar el plano de Trazo y Perfil (T-601), considerando claramente las fronteras y/o alcance del proyecto, así como la verificación de las normas de referencia que aplican a la instalación.

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 1 de 9 |

Contenido

| | |
|--|----------|
| VIII. RESUMEN EJECUTIVO. | 2 |
| VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL. | 2 |
| VIII.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL. | 3 |
| VIII.3 INFORME TÉCNICO..... | 4 |

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 2 de 9 |

VIII. RESUMEN EJECUTIVO.

VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

El presente proyecto consiste en la reubicación, construcción y montaje mecánico de la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural (E.R.M.) City Gate, y un gasoducto de 12”Ø de Acero al carbón, especificación API 5L, que pertenece a Gas Natural del Puerto de Altamira, S.A. de C.V. (GNPIA), en el estado de Tamaulipas.

El Proyecto incluye las siguientes Instalaciones:

- Estación de Regulación y Medición.
 - Sistema de Filtrado.
 - Sistema de Medición.
 - Sistema de Regulación.
- Gasoducto de Transporte.
 - Ducto de 12” de diámetro de acero al carbón y especificación API 5L, con longitud de 274.527 metros.

El Gas Natural será proporcionado desde el ducto propiedad del Centro Nacional del Control de Gas Natural (CENAGAS) de 48” Ø denominado “Cactus - San Fernando”, dirigiéndose a la Estación de

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

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

- HAZOP y WHAT IF?, 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 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 (2) dos nodos analizados mediante la metodología HAZOP y el (1) sistema analizado con la técnica WHAT IF?, se encontraron un total de 31 escenarios de posibles causas que originan la desviación operativa, entre estos se identificaron 8 escenarios con categoría de riesgo Bajo catalogado como Riesgo aceptable sin revisión, 21 de nivel Medio que se cataloga como Riesgo aceptable con revisión y 2 de nivel Serio catalogado como Riesgo indeseable.

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 3 de 9 |

Se realizó el análisis de frecuencias y de consecuencias para los dos (2) escenarios de riesgo catalogados como Riesgo indeseable (Zona ALARP).

A continuación se indican de manera general los sistemas de seguridad y protección con los que cuenta el proyecto, los cuales serán de gran importancia para minimizar, prevenir y/o en su caso mitigar cualquier evento de emergencia/riesgo propenso a ocurrir durante la operación del proyecto:

- Sistema SCADA.
- Indicadores de presión (PI).
- Transmisor indicador de presión (PIT).
- Transmisor indicador de presión diferencial (PDIT).
- Transmisor indicador de temperatura (TIT).
- Transmisor indicador de flujo (FIT).
- Tren de Medición (FX).
- Tren de Regulación (PCV).
- Válvula de seguridad de presión (PSV).
- Sistema de paro por emergencia.

VIII.2. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El ARSH concluye que los riesgos mayores en el Proyecto, es la ocurrencia de incendios y explosiones por fugas de Gas Natural, lo anterior derivado de fallas de instrumentación o equipo, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, debido a las condiciones de operación y/o afectaciones ocasionados por terceros, por lo que, las medidas de prevención y control que se instauró en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante.

De acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo del Proyecto es Aceptable, ya que con base en el análisis HAZOP y WHAT IF?, la mayoría de las desviaciones fueron de riesgo Bajo y Medio, representando un 93.55 % del total, el 6.45% restante, corresponde a escenarios con nivel de riesgo Serio. Cabe señalar, que durante el análisis, se consideraron las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación.

Es importante que los resultados del presente ARSH, se tomen como insumo principal para el desarrollo de los procedimientos y programas para atención a emergencias con apego al Protocolo de Respuesta a Emergencias del Sector Hidrocarburos, de igual manera, su programa de mantenimiento deberá aplicarse para todos los componentes y equipos de la instalación, asegurando que no existan desviaciones de acuerdo a lo establecido en la intención del diseño. En caso de existir modificaciones, ampliaciones y/o actualizaciones al Proyecto, se deberá realizar la actualización del presente ARSH desarrollado.

| | | |
|--|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 4 de 9 |

VIII.3. INFORME TÉCNICO.

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: QV GESTIÓN AMBIENTAL, S.C. | |
| Nombre de la persona responsable: M.C. Martin Quijano Poumian | Cargo: Director General |
| DATOS GENERALES DEL REGULADO | |
| CURR: N/D | R.F.C.: NIN-030331LM2 |
| Nombre, razón o denominación social: GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. | |
| Nombre del Proyecto: “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS.” | |
| Objeto de la Instalación o Proyecto: Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (ARSH) | |
| UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES | |
| Calle y Numero: | Colonia/Localidad: Altamira |
| Municipio/Delegación: Altamira | Estado: Tamaulipas |
| Código Postal: | |
| DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES | |
| Calle y Número: Carretera Tampico - Mante No. 2201, Piso 2, Int. 4 | Colonia/Localidad: Colonia del Bosque |
| Municipio/Delegación: Altamira | Estado: Tamaulipas |
| Código Postal: 89318 | |
| Teléfonos: (833) 230-3373 Fax: | Correo electrónico: administracion@gulfenergy.mx |
| Nombre del Representante del Regulado: Ing. Rafael Rubín de Celis Arellano | |
| Cargo: Representante Legal | |

| ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA) | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|---|--|---|---|---|--|
| a | Reconocimiento, exploración superficial, exploración y extracción de | b | Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento | c | Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y | 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 |

| | | |
|--|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “GASODUCTO CITY GATE TAMAULIPAS” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | MAYO 2020 |
| | HOJA | Página 5 de 9 |

| | | | | | | | | |
|--|---------------|--|------------------|---|--|--|--|--|
| | Hidrocarburos | | nto del petróleo | regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural | | | | 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 | N/A | Habitacional | N/A |
| Comercial | N/A | Mixto | X | Industrial | X |
| EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS | | | | | |
| Zona industrial | X | Zona habitacional | N/A | Zona suburbana | N/A |
| Parque industrial | N/A | Zona urbana | X | Zona rural | N/A |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA | | | SUPERFICIE | | |
| Coordenadas UTM X: 613134.76 m E | | | Requerida: | N/D | m ² |
| Coordenadas UTM Y: 2483397.88 m N | | | Total: | N/D | m ² |

N/A= No aplica.

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 6 de 9 |

Sustancias manejadas

| No. | Clave del escenario | Nombre químico de la sustancia (IUPAC) | No. CAS | Flujo | Longitud (Km) | Presión | | Espesor (mm) | Descripción de la trayectoria |
|-----|---------------------|--|------------|-----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|--------------|---|
| | | | | | | Operación | Diseño | | |
| 1 | E1-N01-CMP-DCTO/ALT | Gas Natural | 68410-63-9 | 323,961 m ³ /día | N/A | 71.5 kg/cm ² | --- | N/A | N/A |
| 2 | E2-S01-PC-DCTO/ALT | | | | 0+270 km | 19 kg/cm ² | 21 kg/cm ² | 9.525 | UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 3 | E3-S01-CMP-DCTO/ALT | | | | | | | | |

N/A= No Aplica.

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 7 de 9 |

Identificación y clasificación de riesgos

| No. | Clave del escenario | Accidente Hipotético | | | | Ubicación | | | | | Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos |
|-----|----------------------|----------------------|---------|-------------------|--------------|--------------------|---------|------------|-----------|----------------------------|---|
| | | Fuga | Derrame | Radiación térmica | Sobrepresión | Etapa de Operación | | | | Unidad o equipo de proceso | |
| | | | | | | Almacenamiento | Proceso | Transporte | Servicios | | |
| 1 | E1-N01-CMP-DCTO/ALT | ✓ | N/A | ✓ | ✓ | N/A | ✓ | N/A | N/A | E.R.M City Gate | HAZOP |
| 2 | E2-S01-PC- DCTO/ALT | ✓ | N/A | ✓ | ✓ | N/A | N/A | ✓ | N/A | Gasoducto de 12” | WHAT IF? |
| 3 | E3-S01-CMP- DCTO/ALT | ✓ | N/A | ✓ | ✓ | N/A | N/A | ✓ | N/A | Gasoducto de 12” | WHAT IF? |

N/A= No aplica.

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 8 de 9 |

Criterios para la estimación de consecuencias

| No. | Clave del escenario | Tipo de liberación | | Cantidad hipotética liberada (m ³ /s, m ³ o kg) | | Estado fisico | Programa de simulación empleado | Zona de Alto Riesgo | | Zona de Amortiguamiento | |
|-----|----------------------|--------------------|----------|---|--------|---------------|---------------------------------|------------------------------|------------|------------------------------|------------|
| | | Masiva | Continua | Cantidad | Unidad | | | Distancia (m) | Tiempo (s) | Distancia (m) | Tiempo (s) |
| 1 | E1-N01-CMP-DCTO/ALT | N/A | ✓ | 1.45951E+000 | Kg/s | Gas | PHAST 6.7 | CHOF: 19.83 UVCE: 28.23 | 60 | CHOF: 26.25 UVCE: 33.52 | 60 |
| 2 | E2-S01-PC- DCTO/ALT | N/A | ✓ | 1.07606E+002 | Kg/s | Gas | PHAST 6.7 | CHOF: 158.78 UVCE: 349.72 | 60 | CHOF: 237.92 UVCE: 412.80 | 60 |
| 3 | E3-S01-CMP- DCTO/ALT | N/A | ✓ | 9.63225E+000 | Kg/s | Gas | PHAST 6.7 | CHOF: 27.23 UVCE: 105.44 | 60 | CHOF: 73.40 UVCE: 121.79 | 60 |

N/A= No aplica.

CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).

| | | |
|---|----------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS GAS NATURAL DEL PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA, S.A DE C.V. “Reubicación de la ERM City Gate de GNPIA e interconexión con gasoducto de 48” de diámetro Cactus-San Fernando y el Sistema de Transporte de GNPIA en el puerto Industrial de Altamira, Tamps.” | CAPÍTULO | VIII |
| | FECHA | Marzo 2020 |
| | HOJA | Página 9 de 9 |

Resultados de la estimación de consecuencias

| No. | Clave del escenario | Dispersión tóxica | | | | | | Radiación térmica | | | | Sobrepresión | | | | Otros Criterios |
|-----|---------------------|-------------------|-------|-----------|----------------------------|-------------------------|-------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| | | IDHL | TLV8h | TLV15 min | Velocidad del viento (m/s) | Estabilidad atmosférica | Otros | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 12.5 kW/m ² | 37.5 kW/m ² | 0.5 psi | 1.0 psi | 3 psi | 10 psi | |
| 1 | E1-N01-CMP-DCTO/ALT | N/A | N/A | N/A | 3.1 | 1.5/F | N/A | CHOF: 26.25 | CHOF: 19.83 | CHOF: 16.60 | CHOF: 12.75 | UVCE: 33.52 | UVCE: 28.2328 | UVCE: 24.01 | UVCE: 21.96 | N/D |
| 2 | E2-S01-PC-DCTO/ALT | N/A | N/A | N/A | 3.1 | 1.5/F | N/A | CHOF: 237.92 | CHOF: 158.78 | CHOF: 227.04 | CHOF: 92.51 | UVCE: 412.80 | UVCE: 349.723 | UVCE: 298.62 | UVCE: 273.81 | N/D |
| 3 | E3-S01-CMP-DCTO/ALT | N/A | N/A | N/A | 3.1 | 1.5/F | N/A | CHOF: 73.40 | CHOF: 27.23 | CHOF: 15.87 | CHOF: 13.40 | UVCE: 121.79 | UVCE: 105.44 | UVCE: 92.40 | UVCE: 86.07 | N/D |

N/A= No aplica.

N/D= No disponible.

CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).