ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS COMO ANEXO DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Tractebel Digaqro S.A. de C.V.

Etapa de Operación (Ingeniería As-built)

“PROYECTO QRO-07 RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN EL ÁREA GEOGRÁFICA DE QUERÉTARO Y SAN JUAN DEL RIO OBRAS ADICIONALES”

Estado de Querétaro

Control de aprobaciones

Datos exclusivos de la persona moral que ha auxiliado en este análisis:

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART.116PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y ART 113 FRACCION 1 DELA LFTAIP

A. Objetivo

Las actividades de distribución de Gas Natural son consideradas de las más importantes en la cadena del Sector Hidrocarburos en virtud de contribuir en el desarrollo de los servicios a las comunidades, así como apalancar otras actividades industriales relacionadas; por tal motivo deben llevarse a cabo procedimientos que impidan poner en riesgo la Seguridad Industrial, Operativa y la Protección al Medio Ambiente.

Por lo anterior, el objetivo central del presente Estudio de Riesgo para el Sector Hidrocarburos es identificar los peligros potenciales y evaluar los riesgos asociados a factores externos, fallas en los sistemas de seguridad, sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración en la operación (Ingeniería As-built) de la instalación denominada "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio Obras Adicionales". Lo anterior con el fin de estimar la magnitud de los daños y/o efectos sobre los receptores de riesgo e implementar las medidas de prevención, control y/o mitigaciones efectivas para la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del Sector Hidrocarburos.

B. Alcance

El presente estudio corresponde a la elaboración del Estudio de Riesgo para el Sector Hidrocarburos en la etapa de Operación (Ingeniería As-built) del Sistema de Distribución denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales", propiedad de Tractebel Digaqro S.A. de C.V.

El presente Proyecto consiste en una red de tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y Acero al Carbón (AC), distribuidas en 11 zonas que en conjunto suman un total de 513,596.40 m de tuberías instaladas con diámetros variables. La red construida fue diseñada y opera a 21 y 4 bar de la Máxima Presión de Operación (MAPO). Así mismo, se cuenta con instalaciones como lo son: válvulas, Estaciones Distritales (ED's), Estaciones de Regulación y Medición (ERM) y Estaciones tipo Metering Set (MS).

Para el alcance descrito, se desarrollan las siguientes actividades:

1. Recopilación, verificación, análisis y procesamiento de información, lo que incluye la revisión de la información proporcionada por el cliente, las modificaciones y/o actualizaciones correspondientes.

2. Análisis preliminar de peligros utilizando la metodología de **Lista de Verificación**.

3. Identificación de los peligros y evaluación de riesgos (análisis cualitativo) utilizando las metodologías "**WHAT IF?" y** "**HazOp**"

4. Jerarquización de los riesgos identificados de acuerdo con los criterios establecidos en las matrices de riesgos.

5. Diferenciación por importancia de los factores que contribuyen a los riesgos identificados.

6. Estimación de la frecuencia cuantitativa de los escenarios de accidentes postulados en zonas de riesgo Serio (B) y Alto (A) del análisis cualitativo de riesgos, utilizando la metodología de "**Árboles de fallos**" (Análisis Cuantitativo).

7. Fundamentación de escenarios de riesgo y evaluación de sus consecuencias con el software PHAST Versión 6.7.

8. Priorización de las mejoras, propuestas y medidas de control de acuerdo con la importancia de los riesgos obtenidos, las cuales previenen o mitigan dichos eventos de riesgo.

9. Elaboración del reporte que integre la información resultante de los puntos anteriores y los documentos recopilados.

El desarrollo del presente Estudio de Riesgo para el Sector Hidrocarburos del Sistema denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales", propiedad de Tractebel Digaqro S.A. de C.V., se consideró el Procedimiento Interno **DIG-PR-003 "Análisis de Riesgos de Proceso"** y se elaboró conforme a la **Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos** de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (Julio, 2020).).

C. Definiciones

Accidente: Suceso fortuito e incontrolado, capaz de producir daños.

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH): Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, Instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos.

Asentamiento humano: El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Caso Alterno: Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable; Caso Más Probable: Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

Emergencia: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas o la pérdida de vidas humanas.

Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias.

Exposición: Acceso o contacto potencial con un agente o situación peligrosa; contacto del límite extremo de un organismo con agentes químicos, biológicos o físicos.

Falla del sistema: Situación excepcional atribuible a defectos de los componentes y a su interacción de los mismos con el exterior.

Incidente: Toda aquella situación anómala, que suele coincidir con situaciones que quedan controladas.

Infraestructura: Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera, es decir, aquella realización humana que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de una ciudad. (Infraestructura del transporte, infraestructuras energéticas, infraestructura de telecomunicaciones, infraestructuras sanitarias, infraestructuras hidráulicas, entre otros).

Lista de verificación: Lista detallada de requerimientos o pasos para evaluar el estado de un sistema u operación y asegurar el cumplimiento de procedimientos de operación estándar.

Medio Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Peligro: Característica de un sistema o proceso de material que representa el potencial de accidente (fuego, explosión, liberación tóxica).

Proyecto: Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad.

Salvaguarda: Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación.

Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias.

Simulación: Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas.

Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente.

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Contenido

I. Descripción de la Instalación **3**

I.1. Descripción general **3**

I.2. Antecedentes **6**

I.3. Criterios y Normas Consideradas en las Bases de Diseño de la Instalación **8**

I.4. Distribución por Ductos **16**

I.4.1. Localización del Sistema de Distribución de Gas Natural. 19
I.4.2. Instalaciones Superficiales: Estaciones (ED´s, ERM o MS). 24
I.4.3. Válvulas de Seccionamiento y Trampas de Diablos. 25
I.4.4. Sistema de Protección Catódica. 26
I.4.5. Clases de Localización, Trazo y Perfil del Ducto. 27
I.4.6. Cruzamientos. 29
I.4.7. Señalamientos 31
I.4.8. Especificaciones del Sistema de Distribución. 32

Tablas

Tabla I.1. Características de la Tubería del Proyecto. 3
Tabla I.2. Espesores de Tubería de Polietileno 11
Tabla I.3. Espesores de Tubería de Acero al carbón 13
Tabla I.4. Normas, códigos y estándares nacionales e internacionales. 14
Tabla I.5. Componentes del Proyecto 16
Tabla I.6. Características de los puntos de conexión con la red existente. 17
Tabla I.7. Localización de la Instalación 20
Tabla I.8. Instalaciones Superficiales: Estaciones (ED´s, ERM o MS). 24
Tabla I.9. Válvulas de seccionamiento 26
Tabla I.10. Diseño del Sistema de Protección catódica: Rectificadores. 27
Tabla I.11. Clases de Localización. 27
Tabla I.12. Cruzamientos de la Instalación. 29
Tabla I.13. Especificaciones del Sistema de Distribución. 32

Figuras

Figura I.1. Localización de la Instalación (Plano 1 de 2). 4
Figura I.2. Localización de la Instalación (Plano 2 de 2). 5

Anexos

Anexo 1 Planos de la Instalación.
Anexo 2 Ingeniería del Proyecto.
Anexo 3 Permisos y Autorizaciones IA.

I. Descripción de la Instalación

I.1. Descripción general

El presente estudio de riesgo para el Sector hidrocarburos se elabora para la operación (ingeniería como quedó construido, As-built) del Sistema de Distribución de Gas Natural (SDGN) denominado **"Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"** (en adelante **Instalación / Proyecto**), propiedad de Tractebel Digaqro S.A. de C.V. (Promovente).

Las obras y actividades de la presente Instalación, tienen como objetivo la distribución de Gas Natural para suministro a clientes residenciales, comerciales e industriales mediante una red de tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y tuberías de Acero al Carbón (AC) con diámetros variables y la instalación de elementos que permiten su correcta operación como lo son: válvulas, Estaciones Distritales (ED's) y Estaciones de Regulación y Medición (ERM o MS).

La Instalación está comprendida por 11 polígonos (solo como referencia para ubicación de las obras) que se ubican en los municipios de El Marqués, Querétaro y San Juan del Río, todos en el estado de Querétaro, tal como se muestra en la **Figura I.1 Ubicación de la Instalación.**

Por otro lado, con la finalidad de satisfacer la demanda de los sectores habitacional, comercial e industrial en los municipios de Querétaro, El Marqués y San Juan de Río, la promovente llevó a cabo diversas obras, algunas amparadas bajo la autorización del proyecto "Distribución de Gas Natural en el Área Geográfica de Querétaro y San Juan del Río" (Mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-007899 de fecha 8 de diciembre de 1999) y otras, ante la necesidad de dotar de servicio, las llevó a cabo sin contar con autorización previa, tal es el caso del presente proyecto. Por tal motivo, la promovente busca mediante la presentación de la MIA-R y ARSH, regularizar las obras y actividades realizadas sin autorización previa.

Es importante mencionar, que el presente estudio de riesgo está enfocado a la etapa de operación y mantenimiento de la Instalación.

Como se mencionó anteriormente, la red o sistema de tuberías de la Instalación están conformados por tubería de acero y polietileno con una **longitud total de 513,596.40 m**, tal como se indica en la Tabla I.1.

Tabla I.1. Características de la Tubería del Proyecto.

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
PE 1" Ø	41,211.5	PEAD
PE 2" Ø	258,069.0	PEAD
PE 3" Ø	16,793.0	PEAD
PE 4" Ø	70,696.20	PEAD
PE 6" Ø	14,939.3	PEAD

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
PE 8" Ø	36,591.0	PEAD
PE 40mm Ø	36,831.5	PEAD
PE 63mm Ø	19,239.0	PEAD
PE 110mm Ø	5,347.0	PEAD
AC 2" Ø	1,526.3	ACERO

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
AC 3" Ø	8,633.10	ACERO
AC 4" Ø	2,820.0	ACERO
AC 6" Ø	753.5	ACERO
AC 12" Ø	146.0	ACERO
Total		**513,596.40**

*Valores proporcionados por el Promovente, regularización de activos al corte de diciembre 2021.

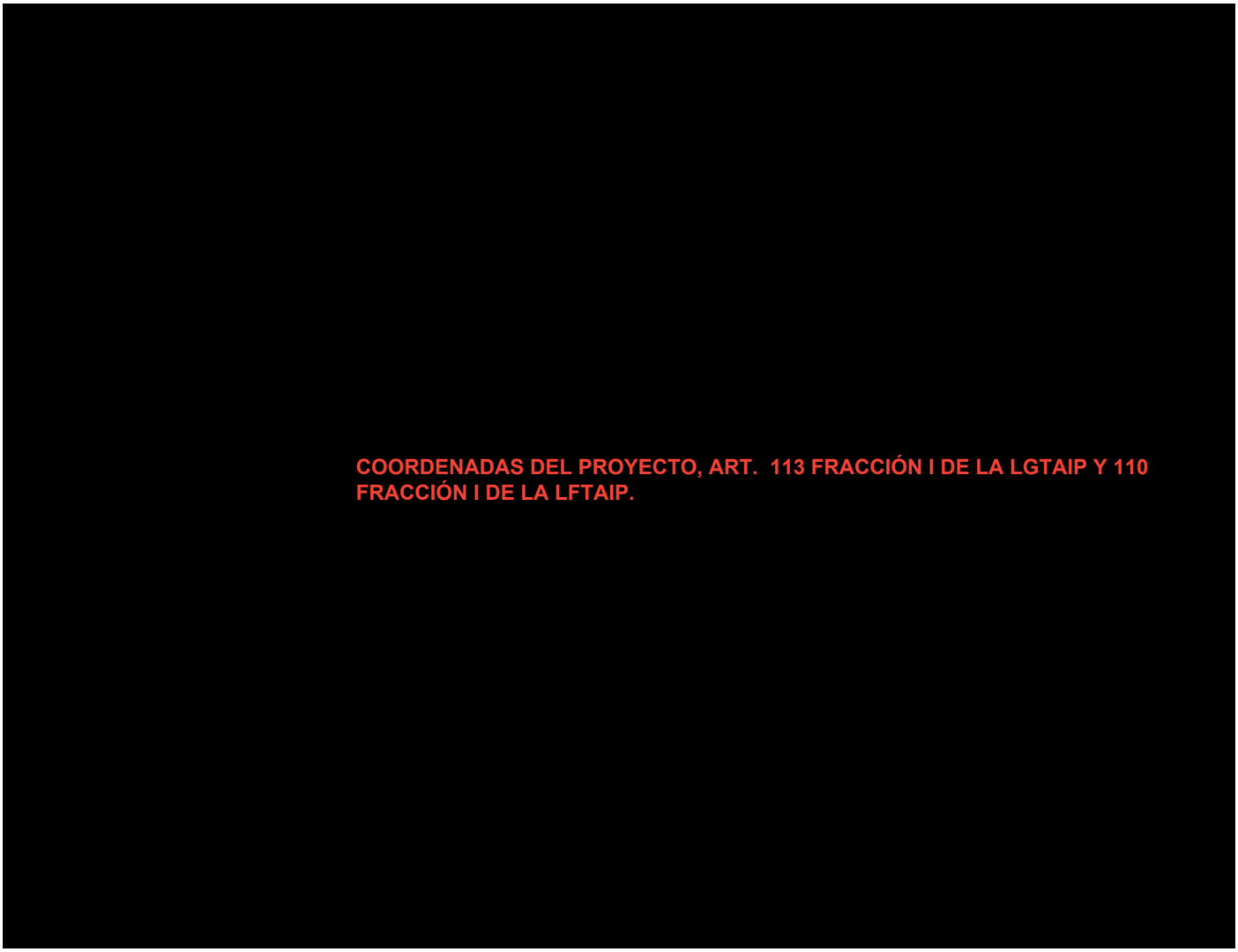


Figura I.1. Localización de la Instalación (Plano 1 de 2).

Para mayor detalle ver en Anexo 1 (1.a y 1.b) y Anexo 2 (2.a)

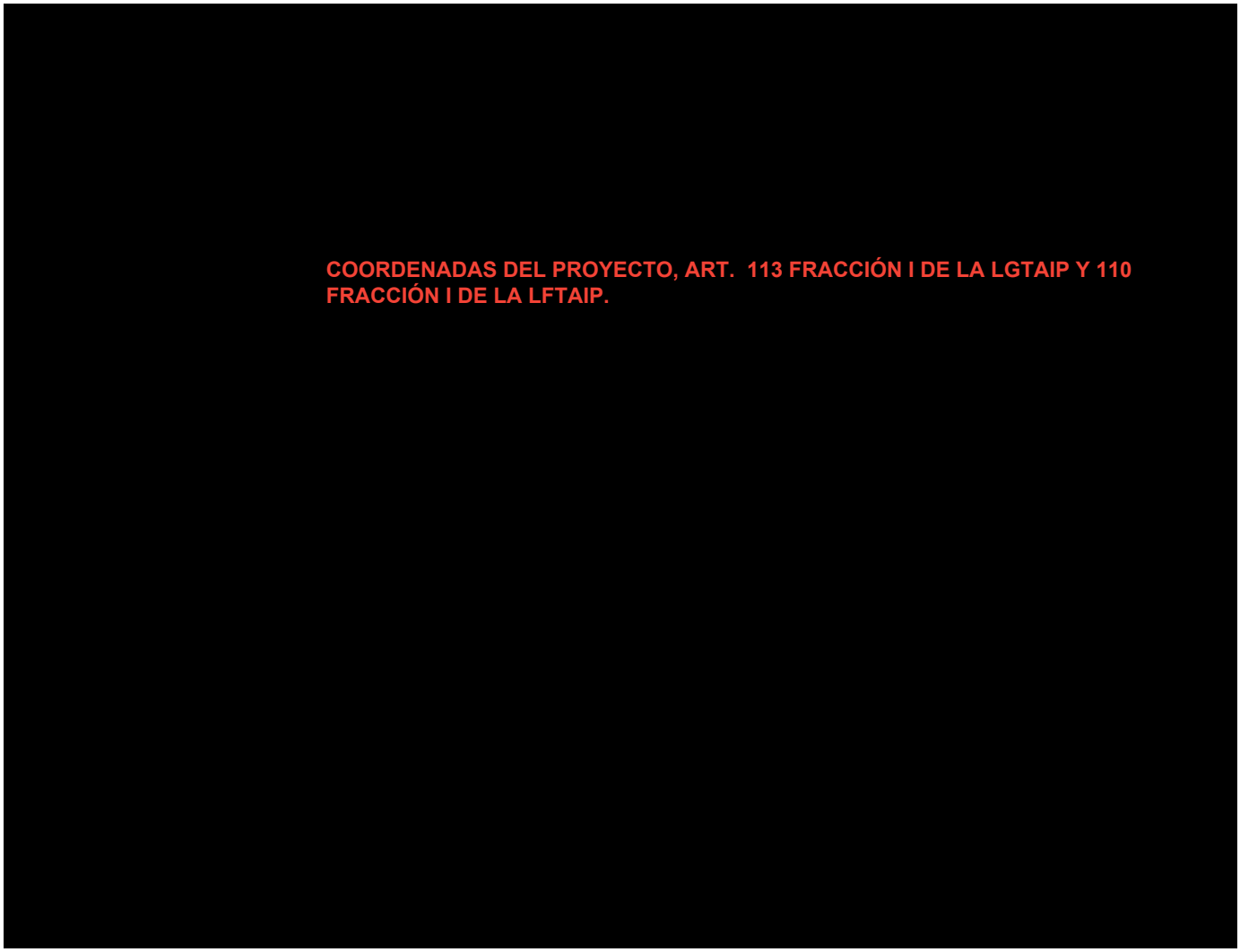


Figura I.2. Localización de la Instalación (Plano 2 de 2).

Para mayor detalle ver en Anexo 1 (1.a y 1.b) y Anexo 2 (2.a)

I.2. Antecedentes

- Mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-007899 de fecha 8 de diciembre de 1999 (resolutivo), la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental , de la antes Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, autorizó en materia de Impacto y Riesgo Ambiental el proyecto "Distribución de Gas Natural en el Área Geográfica de Querétaro y San Juan del Río", promovido por la empresa Distribuidora de Gas de Querétaro, S.A. de C.V. (DIGAQRO)

Posterior a la autorización del proyecto, se llevaron a cabo los siguientes trámites:

1. La empresa Tractebel México, S.A. de C.V. informó a la DGIRA ser la poseedora de la mayoría de las acciones de la empresa Distribuidora de Gas de Querétaro, S.A. de C.V., la cual cambió su razón social a Tractebel DIGAQRO, S.A. de CV, emitiendo la DGIRA el oficio S.G.P.A.-DGIRA 000689 del 15 de marzo de 2002 con el cual notificó el cambio de razón social.

2. El 11 de mayo de 2006, Tractebel solicitó la modificación al proyecto. La modificación consistió en la construcción e instalación de 54,181. 5 km de tubería de distintos diámetros, localizados en áreas urbanas, emitiendo la DGIRA el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/0403/07 del 20 de febrero de 2007, por el cual determinó autorizar las modificaciones señaladas por la promovente, determinando que, en Materia de Impacto Ambiental, no era necesario la presentación de una nueva MIA y estableciendo que se debería acudir a la DGGIMAR para que determinara lo conducente en Materia de Riesgo Ambiental.

En la autorización emitida la DGIRA asentó que los sitios donde se realizarían las modificaciones han sido alterados por la realización de actividades antropogénicas propias de un ecosistema urbano.

3. Posterior a la autorización del proyecto, se solicitaron tres ampliaciones de plazo para realizar las obras y actividades autorizadas, las cuales fueron resueltas de manera favorable tanto por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como por la Dirección General de Gestión Comercial (DGGC) de la ASEA, mediante los siguientes oficios: i) oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DEI/0385/05 de fecha 03 de febrero de 2005; ii) oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/3912/10, de fecha 23 junio 2010; y iii) oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/5S.1/0013/2016, de fecha 18 enero 2016. En todas ellas el plazo de ampliación de la vigencia fue de 5 años.

4. Ante la demanda de servicios y ante el crecimiento poblacional e industrial de la zona, Tractebel llevó a cabo la ampliación del proyecto sin contar con la autorización correspondiente en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, por lo que con la finalidad de regularizar las obras de ampliación de la red de distribución presentó a la ASEA, de forma paralela a la tercera solicitud de ampliación de plazo del proyecto, una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P) y el correspondiente Estudio de Riesgo Ambiental modalidad ductos terrestres (ERA), con la finalidad de incrementar la longitud de la red de distribución.

5. El 13 de octubre de 2016 la empresa Tractebel, ingreso la MIA y ERA del proyecto "Ampliación del proyecto Distribución de Gas Natural en el Área Geográfica de Querétaro y San Juan del Rio".

6. Mediante oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6636/2017, de fecha 17 de mayo de 2017, la ASEA resolvió negar la autorización del proyecto "Ampliación del proyecto Distribución de Gas Natural en el Área Geográfica de Querétaro y San Juan del Rio", ingresada el 13 de octubre de 2016.

7. Con la finalidad de regularizar tanto las obras realizadas, como las obras futuras, y garantizar el pleno cumplimiento a la legislación ambiental, de buena fe y por segunda ocasión la empresa Tractebel tuvo otro acercamiento con el personal de esa H. Agencia (ASEA), quienes luego de varias reuniones de trabajo le informaron que el procedimiento para regularización de las obras realizadas y futuras era la "autodeterminación" a través del ingreso de una nueva MIA y ERA, en la que se incluyeran obras ejecutadas y por ejecutar.

Fue así como el 09 de marzo de 2018 se sometió a evaluación de esa H. Agencia (ASEA) la MIA-P y ERA del proyecto "Ampliación del proyecto de distribución de gas natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Rio", los cuales quedaron registrados con el número de bitácora 09/DMA0145/03/18.

El proyecto sometido a evaluación consistía en la ampliación de la red de distribución de Gas Natural, autorizada desde 1999, en los municipios de Querétaro, El Marqués y San Juan del Río, en el estado de Querétaro, proyectando una longitud total de 508,274 metros de diferentes diámetros. Con este nuevo proyecto, la empresa Tractebel buscaba regularizar la totalidad de las obras ejecutadas, y que fueron negadas, considerando además las obras futuras, considerando que las primeras representaban un 6.5% de avance en su etapa de construcción y 8% en la etapa de operación, respecto del total de los 508,274 metros que comprende el Proyecto.

8. Ante los cambios en la administración federal, la empresa Tractebel tuvo un acercamiento con las nuevas autoridades de la ASEA quienes le informaron que el procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto, a través de la MIA y ERA, no eran los adecuados para la regularización de las obras ya ejecutadas, puesto que dicho procedimiento tiene un carácter preventivo, indicándole lo procedente al proyecto:

- ✓ Primero, presentar un escrito de desistimiento del trámite de evaluación de impacto ambiental con riesgo del proyecto "Ampliación del proyecto de distribución de gas natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Rio".

- ✓ Segundo, comparecer de manera voluntaria ante esa H. Agencia informando sobre las obras ejecutadas, exhibiendo el correspondiente ETA.

- ✓ Tercero, para el caso de las obras futuras o pendientes de realizar, presentar una nueva MIA y ERA.

9. En fecha 25 de junio de 2019 la empresa Tractebel informó a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) su decisión de desistirse de manera definitiva del procedimiento de evaluación de la MIA-P y ERA del proyecto "Ampliación del proyecto de distribución de gas natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Rio", ingresada el 09 de marzo de 2018.

10. En respuesta al escrito de desistimiento, la Dirección General de Gestión Comercial la ASEA expidió el oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6474/2019 de fecha 17 de julio de 2019, donde tuvo por desistida la MIA-P y el ERA del proyecto "Ampliación del proyecto de distribución de gas natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Rio", promovido por la empresa Tractebel, que fueran sometidos a evaluación, ordenando así el archivo del expediente.

11. En fecha 04 de octubre de 2019, la empresa Tractebel compareció de buena fé y voluntariamente ante la ASEA, para someter al procedimiento de regularización las obras realizadas del proyecto "Ampliación del proyecto de distribución de gas natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Rio", para lo cual exhibió el Estudio Técnico Ambiental (ETA).

12. La empresa Tractebel cuenta con permiso CRE con el Título de permiso de Distribución de Gas Natural para la Zona Geográfica de Querétaro NÚM. G/050/DIS 98, otorgado a Distribuidora de Gas de Querétaro, S.A. de C.V.

I.3. Criterios y Normas Consideradas en las Bases de Diseño de la Instalación

El sistema se construyó con estricto apego a la *NOM-003-ASEA-2016* "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos", principal normatividad aplicable en las etapas de diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento en los sistemas de distribución de Gas Natural.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son de cumplimiento obligatorio y las Normas NMX's (Normas Mexicanas) son consideradas opcionales y solo si se mencionan en una NOM se hacen obligatorias.

El orden de aplicación de las normas en el sistema, fue el siguiente:

- Requisitos del contrato y especificaciones contractuales, procedimientos y dibujos, siempre y cuando estos requisitos no se contradijeran con cualquier Norma Mexicana NOM
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)
- Códigos y Estándares Internacionales
- Otros códigos y Especificaciones

Bases y criterios de diseño para los componentes del Sistema de Distribución.

La Instalación está regida por normas, códigos y estándares; la fase de diseño contempló aspectos necesarios para el correcto diseño (especificación de material, espesor, trazo, profundidad, separación con otras estructuras, señalamiento, etc.), los elementos para la debida operación y mantenimiento (protección catódica, accesorios, instrumentos, equipo auxiliar de acondicionamiento de la calidad de gas e infraestructura civil, mecánica, eléctrica, registro y acceso a datos para controles volumétricos) en los diferentes niveles de flujo, presión, y temperatura que experimenta el gas natural dentro del sistema de distribución desde el punto de trasferencia de custodia con el Transportista que suministra la molécula, hasta el punto de transferencia con los clientes industriales, comerciales y residenciales ya mencionados. Esto se realiza a través de ductos troncales, ramales y acometidas y diferentes estaciones superficiales ERM´s y Metering sets (según sea el caso de flujo y presión regulada que solicite cada uno de los clientes).

La construcción de la red y accesorios es con estricto apego a la *NOM-003-ASEA-2016* "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos" y las Especificaciones Técnicas Generales IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno", IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

La profundidad mínima a la que se instalan los ductos de PEAD, es de 0.60 m a lomo de tubo en excavación normal y a 0.45 m en excavación en roca, y para tubería de acero de 2" hasta 12" Ø es de 0.80 m a lomo de tubo, estas cumplen con la NOM-003-ASEA-2016 y con el punto 6.10 "Excavaciones y zanjas" de la IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno" y 6.1.10 "Excavaciones y zanjas" IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

Las contratistas contactan en todo momento a las dependencias correspondientes antes de los inicios de obra (Comisión Federal de Electricidad, organismos operadores de agua y drenaje, Telmex, etc.) para tener una mejor ubicación de sus servicios mediante recorridos y se repara a los que resulten afectados por las obras, así mismo la contratista en conjunto con la supervisión de ENGIE (Tractebel Digaqro S.A. de C.V.) están en coordinación para la menor afectación posible entre las partes involucradas.

La separación mínima entre la tubería y otras estructuras subterráneas paralelas o cruzadas cumple con la NOM-003-ASEA-2016 y a lo indicado en el punto 6.10.3 "Métodos y sistemas de trabajo para las excavaciones" de la IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno" prevenir daños en ambas estructuras.

Durante las actividades de excavación del derecho de vía (DDV) y tendido de ductos se vigila permanentemente la profundidad y el ancho de DDV no admitiéndose desviaciones superiores a +/-10% sobre lo especificado en el Proyecto Constructivo o en las especificaciones técnicas mencionadas.

Así mismo, se asegura la separación mínima a otras instalaciones de servicio, según el siguiente detalle:

- Separación mínima de 1.00 m a cualquier otra instalación de servicio que corra paralela o cruce, con otros ductos de transporte y/o distribución.
- Separación mínima de 3.00 m a cables de baja y media tensión y de comunicaciones subterráneas/enterradas.
- Separación mínima de 10 m respecto al sistema de tierras de las líneas de transmisión aéreas de 230 KV y menores.
- Separación mínima de 15 m respecto al sistema de tierras de las líneas de transmisión aéreas de 400 KV.

Los cambios de dirección y/o trayecto de la tubería de PEAD se realizan con la curvatura natural del polietileno cuidando que el radio mínimo de curvatura sea 30 veces el diámetro exterior, se considera la instalación de codos de 45° y en caso de que no se pueda respetar la curvatura natural se utilizan codos de 90°. La curvatura se realiza de tal manera que la sección transversal se mantenga lo más circular posible, evitando que la ovalidad sobrepase el 5%.

Para la instalación de ductos de A.C., el trazo de la línea debe realizarse de tal modo que no presente durante el trayecto cambios de profundidad o dirección importantes, esto es, que se mantenga el trazo lo más recto posible, así mismo debe respetarse en todo momento la profundidad y ancho de la zanja que se indica en la IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

Recubrimientos anticorrosivos.

Los ductos cuentan con diversos tipos de recubrimientos mecánicos anticorrosivos en tubería enterrada, como lo son del tipo alquitrán de hulla, cintas viscoelásticas, resinas epóxicas, tricapa de polietileno extruido (3LPE), epóxico liquido altos sólidos, RAM-100, con la finalidad de evitar la corrosión exterior de acuerdo como lo indica el apéndice normativo II de la NOM-003-ASEA-2016, referente a las transiciones de fase de las tuberías enterrada a la tubería aérea o superficial se cuenta con recubrimiento epóxico liquido alto solidos RAM-100.

Las tuberías e instalaciones superficiales tienen recubrimiento anticorrosivo del tipo primario epóxico inorgánico de zinc, epóxico de altos sólidos y acabado de poliuretano en estructuras expuestas a los rayos UV.

La tubería de polietileno llega con un recubrimiento de fábrica, en cada soldadura ya aprobada por la supervisión de ENGIE, se debe recubrir la parte desnuda del ducto con mangas termocontráctiles.

Sistemas de Protección Catódica.

El sistema de protección catódica para ducto de acero enterrado, por corriente impresa es capaz de suministrar la corriente de protección requerida para llevar a toda la estructura enterrada a potenciales polarizados por encima de - 850 mV vs $Cu/CuSO_4$ como lo indica la NOM-003-ASEA-2016.

La inspección y revisión de los sistemas de protección catódica se realiza de manera mensual y la toma de lecturas o levantamiento de potenciales tubo/suelo de protección en encendido (ON) y apagado (OFF). Se realiza y registra de manera trimestral utilizando un equipo multímetro de alta impedancia con sus respectivos cables para conexión debidamente calibrado por un laboratorio acreditado, la red de acero cuenta con postes de monitoreo de potencial para la revisión de la eficacia de los sistemas, las mediciones se realizan de acuerdo con la NOM-003-ASEA-2016.

Velocidad de flujo.

Este resultado se obtiene al resolver el modelo dentro de GASWorkS, al ingresar previamente los parámetros de diámetro de tubería y caudal de flujo. Como criterio de diseño, para las redes de distribución considerará como límite máximo una velocidad de 20 m/s.

Cálculo de espesores de tuberías de polietileno.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, el espesor mínimo teórico del ducto se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$t = \frac{D}{\frac{2S_h x 0.32}{P} + 1}$$

Dónde:

t=Espesor de la tubería en milímetros

P=Presión manométrica de diseño en kPa;

S_h=Resistencia Hidrostática a largo plazo igual a 8,620 KPa a una temperatura de 296 K.

D=Diámetro exterior de la tubería en milímetros

Tabla I.2. Espesores de Tubería de Polietileno

Diámetro exterior	Resistencia Hidrostática (KPa)	Presión de Diseño (KPa)	Espesor Teórico (mm)	Espesor Utilizado (mm)
1"	8,620	400	2.25	3.05
2"	8,620	400	3.33	5.48
3"	8,620	400	4.91	8.1
4"	8,620	400	6.31	10.41
6"	8,620	400	9.31	15.29
8"	8,620	400	12.13	19.81
40 mm	8,620	400	1.74	3.81
63 mm	8,620	400	4.25	5.84
110 mm	8,620	400	4.79	9.91

Cálculo de espesores de tuberías de polietileno.

De acuerdo con la Norma NOM-003-ASEA-2016, el espesor mínimo teórico del ducto se calcula mediante la fórmula siguiente, para el caso en AC:

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

Dónde:

t=Espesor mínimo teórico en milímetros.
P=Presión de diseño en kPa
D=Diámetro exterior en mm
F=Factor de diseño por densidad de población, F = 0.4. Clase de localización 4 (**Tabla A**)
E=Eficiencia de la junta longitudinal de la tubería, E = 1. Sin costura (**Tabla B**)
T=Factor de corrección por temperatura del gas, T = 1. (**Tabla C**)
S=Resistencia mínima de Cedencia del acero de acuerdo con el material.

Tabla A. Factor de diseño por densidad de población (F).

Clase de localización	F
1	0.72
2	0.60

Clase de localización	F
3	0.50
4	0.40

Tabla B. Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada (E).

Especificación	Clase de tubo	Factor de junta longitudinal (E)
ASTM A53	Sin costura Soldado por resistencia eléctrica Soldado a tope en horno. Soldadura continua	1.00 1.00 0.60
ASTM A106	Sin costura	1.00
ASTM A 134	Soldadura por arco eléctrico	0.8
ASTM A135	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A139	Soldado por arco eléctrico	0.80
ASTM A333	Sin costura Soldado por resistencia eléctrica	1.00 1.00
ASTM A381	Soldado con arco sumergido	1.00
ASTM A671	Soldadura por fusión eléctrica Clases 13, 23, 33, 43 y 53 Clases 12, 22, 32, 42 y 52	 0.80 1.00
ASTM A672	Soldadura por fusión eléctrica Clases 13, 23, 33, 43 y 53 Clases 12, 22, 32, 42 y 52	 0.80 1.00
ASTM A 691	Soldadura por fusión eléctrica Clases 13, 23, 33, 43 y 53 Clases 12, 22, 32, 42 y 52	0.8 1.0
ASTM A 984	Soldadura por resistencia eléctrica	1.0
ASTM A 1005	Soldadura por doble arco sumergido	1.0
ASTM A 1006	Soldadura con rayo láser	1.0
API 5L	Soldadura eléctrica Sin costura Soldadura con arco sumergido (costura longitudinal o helicoidal) Soldado a tope en horno, soldadura continua	1.00 1.00 1.00 1.00 0.60
Otra especificación o especificación desconocida	Tubería con diámetro nominal igual o mayor de 101.6 mm (4")	0.80

Especificación	Clase de tubo	Factor de junta longitudinal (E)
Otra especificación o especificación desconocida	Tubería con diámetro nominal menor de 101.6 mm (4")	0.60

Tabla C. Factor de corrección por temperatura.

Temperatura K (°C)	Factor, T
394.12 (121) o menores	1.0
422.15 (149)	0.967
450.15 (177)	0.933
477.15 (204)	0.900
505.15 (232)	0.867

Tabla I.3. Espesores de Tubería de Acero al carbón

Diámetro exterior nominal (in)	Diámetro exterior (mm)	Resistencia mínima de cedencia en KPa	Presión de Diseño (kPa)	Espesor Teórico (mm)	Espesor Utilizado (mm)
2	60.3	241317	2800	0.87	3.91
3	88.9	241317	2800	0.87	5.49
4	114.3	241317	2800	1.66	6.02
6	168.3	241317	2800	2.44	7.11
12	323.9	241317	2800	3.16	10.31

Todas las soldaduras de acero al carbón que se realizaron en esta Instalación son bajo los requisitos indicados en las Especificaciones Técnicas generales Gasoductos de acero (IG-STG-ETG-02).

Válvulas de Seccionamiento.

El sistema de distribución de gas natural cuenta con válvulas de seccionamiento de acuerdo con lo que indica la normatividad vigente, diseñadas en base a la longitud y tipo de diámetros, todo esto mediante pruebas de hermeticidad y/o hidráulicas.

Las ubicaciones de las válvulas de seccionamiento instaladas permiten los trabajos de operación y mantenimiento de manera accesible, permanente y directa; con el fin de minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia.

La ubicación de éstas se selecciona en apego a la NOM-003-ASEA-2016 "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos". Donde se debe considerar la instalación de válvulas, antes y después de los cruces de ríos, canales y arroyos, y cruces de vías férreas, carreteras y autopistas.

En cada válvula de seccionamiento debe aparecer un número de identificación asignado por el área de operación y mantenimiento y se deberá rotular en sitio para su debida identificación, utilizando las siguientes nomenclaturas; alta presión "A" y baja presión "B".

El diseño, fabricación y pruebas de válvulas deben cumplir con los estándares de la normatividad vigente y en algunos casos a prueba de fuego.

NORMATIVIDAD NACIONAL

Tabla I.4. Normas, códigos y estándares nacionales e internacionales.

ID	Descripción		Edición
1	NOM-003-ASEA-2016	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos	2016
2	IG-STG-ETG-04	Especificaciones Técnicas Generales "Redes de Polietileno".	2020
3	IG-STG-ETG-02	Especificaciones Técnicas Generales "Gasoducto de acero".	2020
4	NOM-001-SECRE-2010	Calidad del Gas Natural	2010
5	NOM-002-SECRE-2010	Instalaciones de aprovechamiento de gas natural.	2010
6	NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas	2012
7	NOM-009-ASEA-2017	Administración de la Integridad de Ductos de Recolección, Transporte y Distribución de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos.	2017
8	NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos para fluidos conducidos en tubería	2008
9	NMX-E-043-SCFI-2002	"Industria del plástico-Tubos de polietileno (PE) para la conducción de Gas Natural (GN) y Gas Licuado de Petróleo (GLP)-Especificaciones"	2002
10	DACG´s	DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la prevención y el control integral de las emisiones de metano del Sector Hidrocarburos.	2018

NORMATIVIDAD INTERNACIONAL

A continuación, se menciona de manera enunciativa, más no limitativa la normatividad o estándares internacionales que fueron considerados para el diseño y construcción de la Instalación:

- API SPEC 5L - 2012 - Specifications for Line Pipe (Especificaciones para Ductos)
- API RP 1102 - Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways (Ductos de Acero en Cruces con Vías Férreas y Carreteras).
- API 1104 – 2012. Soldadura de Tuberías y Conexas Comodidades
- ANSI B.16.5 "Pipe flange, flanget fitting"
- ANSI B.16.9 "wrought Steel butt welding fitting"
- ASTM A-105 "Standard specification for Carbon Steel forgings por piping applications".
- ASTM A-216 "Standard specification for Steel castings, carbon, suitable por fusión welding, for high temperatura service".
- ASTM A-234 "Standard specificacion por piping fittings of wrought carbon Steel and alloy Steel for moderate and high temperature service"
- API 6D "Pipelines valves"

I.4. Distribución por Ductos

La actividad principal de la instalación es la Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica de Querétaro, El Márques y San Juan de Rio a través de tubería de acero y polietileno con una longitud total de 513,596.40 m, en diámetros que van desde 2" a 12" Ø de tubería de acero y tubería de polietileno, con diámetros variables de 1" a 8" Ø., también está comprendido por los elementos que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla I.5. Componentes del Proyecto

Polígono	Tipo de tubería	Presión de operación (Bar)	Longitud total (metros)	Válvulas (Pza)	Rectificador (Pza)	ED´s (Pza)	ERM o Metering Set (Pza)
1	PEAD[1]	4	4,582.00	2	0	0	1
	AC[2]	21	3,603.50	4	0	1	1
2	AC	21	3,738.00	7	0	0	2
3	PEAD	4	1,813.50	5	0	0	5
	AC	21	5,952.90	10	0	0	7
4	PEAD	4	19,116.00	16	0	2	4
5	PEAD	4	73,050.00	37	0	1	2
6	PEAD	4	8,074.50	1	0	0	1
7	PEAD	4	97,902.50	49	0	0	2
8	PEAD	4	182,189.50	52	0	0	13
	AC	4	337.50	3	0	0	0
9	PEAD	4	35,739.00	42	1	0	0
10	PEAD	4	42,581.00	16	0	0	2
	AC	4	247.00	0	0	0	0
11	PEAD	4	34,620.00	11	0	0	2
TOTAL			**513,596.40**	**255.00**	**1**	**4**	**42**

La tubería que se utilizó para realizar la red de alta presión, fue de acero API-5L X-42 con recubrimiento de polietileno tricapa. Todas las soldaduras de acero al carbón que se realizaron en este proyecto se realizaron bajo la Norma API 1104.

Los accesorios de AC soldables fueron tipo API 5L X-42, mientras que para accesorios roscables y bridados se utilizaron tipo ANSI 300.

[1] PEAD: Tubería de Polietileno de Alta Densidad
[2] AC: Tubería de Acero al Carbón

El proceso inicia en los puntos de conexión donde se conecta la tubería de del presente proyecto con la red existente (autorizada). A continuación, se indican los puntos de conexión existentes, así como algunas de sus características:

Tabla I.6. Características de los puntos de conexión con la red existente.

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura °C	Presión (bar)
1pc	TEE ESFERICA #300 3"	AC 3"	20	21
2pc	TEE PE EF 8"-RED PE EF 8X6"	PE 8"	20	4
3pc	TAPPING TEE ANSI 300 SRS 12X3"	AC 12"	20	21
4pc	TAPPING TEE ANSI 300 SRS 12X3"	AC 12"	20	21
5pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
6pc	TEE ESFERICA #300 3"	AC 3"	20	21
7pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
8pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
9pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
10pc	COPLE PE EF 8"	PE 8"	20	4
11pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
12pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
13pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
14pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
15pc	TEE PE EF 2"	PE 2"	20	4
16pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
17pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
18pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
19pc	TAPPING TEE EF 2X2" - RED PE EF 2"-63mm	PE 2"	20	4
20pc	TEE PE EF 63mm	PE 63mm	20	4
21pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
22pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
23pc	TEE PE EF 3"	PE EF 3"	20	4
24pc	TAPPING TEE PE EF 200X110mm	PE 200mm	20	4
25pc	COPLE PE EF 110mm	PE 110mm	20	4
26pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
27pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
28pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura °C	Presión (bar)
29pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
30pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
31pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
32pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
33pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
34pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
35pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
36pc	TEE PE EF 6"	PE 6"	20	4
37pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
38pc	TEE PE EF 8"	PE 8"	20	4
39pc	TEE PE EF 8"	PE 8"	20	4
40pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
41pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
42pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
43pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
44pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
45pc	TEE ESFERICA #300 4"	AC 4"	20	21
46pc	TEE ESFERICA #300 12"	AC 12"	20	21
47pc	COPLE PE 40mm	PE 40mm	20	4
48pc	COPLE PE 40mm	PE 40mm	20	4
49pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
50pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
51pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
52pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
53pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
54pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
55pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
56pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
57pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
58pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
59pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
60pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura °C	Presión (bar)
61pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
62pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
63pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
64pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
65pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
66pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
67pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
68pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
69pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
70pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
71pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
72pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
73pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4

I.4.1. Localización del Sistema de Distribución de Gas Natural.

La Instalación está comprendida por 11 polígonos (solo como referencia para ubicación de las obras) que se ubican en los municipios de El Marqués, Querétaro y San Juan del Río, todos en el estado de Querétaro, tal como se muestra en las Figuras I.1 y I.2 de Ubicación del proyecto. Con respecto a las coordenadas de los polígonos, estas se presentan en el Anexo 2 (2.a) en formato Excel, en sistema de coordenadas UTM Zona 14N, DATUM WGS84.

Es importante mencionar que el proyecto no ocupa la totalidad de los polígonos, su huella solo está referida al área de desplante de la infraestructura, los polígonos solo permiten ubicarlas visualmente, ya que se localizan en los tres municipios antes referidos. (Ver Figuras I.1 y I.2).

A continuación, se muestran las coordenadas de los extremos longitudinales y latitudinales del área de localización del Proyecto:

Tabla I.7. Localización de la Instalación

ID	Coordenadas UTM Zona 14 N	
	X	Y
1	[redacted]	
2		
3		
4		

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

Ver Anexo 1. Planos de la Instalación / 1a y 1b.

Es importante señalar que la Instalación se localiza en las siguientes colonias y/o proyectos:

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Omya	Industrial	San Juan Del Rio	1
Barca de México	Industrial	San Juan Del Rio	1
Pedregal del rio	Residencial	San Juan Del Rio	1
Alimentos balanceados	Industrial	San Juan Del Rio	1
Scribe	Industrial	San Juan Del Rio	2
Iberdrola	Industrial	San Juan Del Rio	2
Ultrafibras	Industrial	San Juan Del Rio	3
Topre	Industrial	San Juan Del Rio	3
Artigraf	Industrial	San Juan Del Rio	3
Aluminio Vázquez I	Industrial	San Juan Del Rio	3
Aluminio Vázquez II	Industrial	San Juan Del Rio	3

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Autotanques	Industrial	San Juan Del Rio	3
Altos Juriquilla	Residencial	Querétaro	4
Áurica	Residencial	Querétaro	4
Palmares	Residencial	Querétaro	4
La loma residence	Residencial	Querétaro	4
Extensión palmares y plaza palmares	Residencial	Querétaro	4
Palma cocotera	Residencial	Querétaro	4
Corredor urbano antea	Residencial	Querétaro	4
Quiana	Residencial	Querétaro	4
Garden tower	Residencial	Querétaro	4
Serena	Residencial	Querétaro	4
Paseos de san miguel	Residencial	Querétaro	5
Loarca	Residencial	Querétaro	5
Valle de Santiago	Residencial	Querétaro	5

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Viñedos	Residencial	Querétaro	5
Clúster mompani (misión carrillo)	Residencial	Querétaro	5
La loma vi	Residencial	Querétaro	5
Monte atlas	Residencial	Querétaro	5
Privadas Eduardo Loarca	Residencial	Querétaro	5
Azucenas	Residencial	Querétaro	5
Geovillas	Residencial	Querétaro	5
Unidad habitacional las quintas 1ra y 2da sección	Residencial	Querétaro	5
Cerrito colorado 1ra y 2da sección	Residencial	Querétaro	5
Fraccionamiento bugambilias	Residencial	Querétaro	5
Fraccionamiento los encinos	Residencial	Querétaro	5
Loma vi.2	Residencial	Querétaro	5
Puertas de san miguel	Residencial	Querétaro	5
Loma real	Residencial	Querétaro	5
Condominio terracota	Residencial	Querétaro	5
Master plaza peñuelas	Comercial	Querétaro	5
Condominio sierra colorada	Residencial	Querétaro	5
Misión de mayorazgo	Residencial	Querétaro	5
Puerta Verona	Residencial	Querétaro	5
Pri. Santa Mónica	Residencial	Querétaro	5

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Matlazincas #103	Residencial	Querétaro	5
Camino a san pedro mártir	Residencial	Querétaro	5
Arcángel	Residencial	Querétaro	6
Rancho bellavista	Residencial	Querétaro	6
Plaza arcángel	Residencial	Querétaro	6
Nardo	Residencial	Querétaro	6
Álamos del lago	Residencial	Querétaro	7
Villas de Santiago	Residencial	Querétaro	7
Hacienda san miguel	Residencial	Querétaro	7
Calzada Belén	Residencial	Querétaro	7
Misión bucarelli	Residencial	Querétaro	7
Condominio Tamayo y rivera	Residencial	Querétaro	7
Portal de Roberta	Residencial	Querétaro	7
La industrial	Residencial	Querétaro	7
Vista 2000	Residencial	Querétaro	7
Fraccionamiento cipreses	Residencial	Querétaro	7
Trico	Industrial	Querétaro	7
Alborada	Residencial	Querétaro	7
Fraccionamiento los robles	Residencial	Querétaro	7
San pedrito los arcos	Residencial	Querétaro	7
Lomas de san pedrito peñuelas	Residencial	Querétaro	7
Fraccionamiento el sabino	Residencial	Querétaro	7

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Portal de Santiago	Residencial	Querétaro	7
Misión Riviera	Residencial	Querétaro	7
La ladera	Residencial	Querétaro	7
San pedrito ecológico	Residencial	Querétaro	7
Fraccionamiento valle de san pedrito peñuelas	Residencial	Querétaro	7
Paseos del pedregal	Residencial	Querétaro	7
Bosques de la hacienda	Residencial	Querétaro	7
Puerta de belén ii	Residencial	Querétaro	7
Puerta del tabachín	Residencial	Querétaro	7
Castaño i y ii y mallorca	Residencial	Querétaro	7
Ladera	Residencial	Querétaro	7
Panadería pie de la cuesta	Industrial	Querétaro	7
Fracc. Belén	Residencial	Querétaro	7
Puerta de Belén	Residencial	Querétaro	7
Soriana peñuelas	Industrial	Querétaro	7
Obrera	Residencial	Querétaro	7
Zibata	Residencial	Querétaro	8
Zakia	Residencial	Querétaro	8
Macro lotes el refugio	Residencial	Querétaro	8
La pradera	Residencial	Querétaro	8
Clúster levant-amira-ankara e hito	Residencial	Querétaro	8

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Zizana	Residencial	Querétaro	8
La sierra	Residencial	Querétaro	8
Plaza xentric	Comercial	Querétaro	8
Villas carriedo	Residencial	Querétaro	8
Villas romana	Residencial	Querétaro	8
Los cantos	Residencial	Querétaro	8
Único	Residencial	Querétaro	8
Abasto el refugio	Residencial	Querétaro	8
Natuur	Residencial	Querétaro	8
La cima el refugio	Residencial	Querétaro	8
El nuevo refugio	Residencial	Querétaro	8
Torres oasis	Residencial	Querétaro	8
Canteras	Residencial	Querétaro	8
Inversiones heb (el refugio)	Industrial	Querétaro	8
Fraccionamiento villas del parque	Residencial	Querétaro	8
Zuria	Residencial	Querétaro	8
Cumbre alta	Residencial	Querétaro	8
Menchaca	Residencial	Querétaro	8
Rinconada arboledas del parque	Residencial	Querétaro	8
Las fuentes	Residencial	Querétaro	8
Villas del refugio	Residencial	Querétaro	8
Dennys el refugio	Industrial	Querétaro	8
Constituyentes	Residencial	Querétaro	8
La gota	Residencial	Querétaro	8
KFC junípero	Industrial	Querétaro	8

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Residenciales ángeles	Residencial	Querétaro	9
Frondoso	Residencial	Querétaro	9
Villa de san Antonio	Residencial	Querétaro	9
Villas de la carambada	Residencial	Querétaro	9
Fraccionamiento Santiago	Residencial	Querétaro	9
Galindas	Residencial	Querétaro	9
Fraccionamiento Carolina	Residencial	Querétaro	9
Rinconada la capilla	Residencial	Querétaro	9
Ejido modelo	Residencial	Querétaro	9
Ensueño	Residencial	Querétaro	9
Villas las arboledas	Residencial	Querétaro	9
La capilla	Residencial	Querétaro	9
Los virreyes	Residencial	Querétaro	9
Carl´s Jr	Industrial	Querétaro	9
Extensión hidalgo	Residencial	Querétaro	9
Prados de la capilla	Residencial	Querétaro	9
La granja	Residencial	Querétaro	9
Milenio iii	Residencial	Querétaro	10
La porta	Residencial	Querétaro	10
Villas palmira	Residencial	Querétaro	10
Grand living	Residencial	Querétaro	8
La comer milenio	Industrial	Querétaro	10

Proyecto	Tipo de proyecto	Municipio	Polígono
Ubika milenio	Comercial	Querétaro	10
Alleza mirador	Residencial	Querétaro	10
Lomas del Marqués	Residencial	Querétaro	10
Caleza	Residencial	Querétaro	10
Priv. Marquesa	Residencial	Querétaro	10
El cortijo	Residencial	Querétaro	10
Clúster tángano	Residencial	Querétaro	11
Plaza latitud victoria	Residencial	Querétaro	11
Avanta	Residencial	Querétaro	11
City fresko estadio	Industrial	Querétaro	11
Col. Plazas del sol y priv. Quintas balaustradas	Residencial	Querétaro	11
Superama avanta	Industrial	Querétaro	11
Conjunto habitacional Andalucía	Residencial	Querétaro	11
El laurel	Residencial	Querétaro	11
Villas del sol	Residencial	Querétaro	11
Prados del mirador	Residencial	Querétaro	11
Burócratas	Residencial	Querétaro	11
Fraccionamiento loma linda	Residencial	Querétaro	11
Vista alegre 1ra, 2da y 3er sección	Residencial	Querétaro	11

I.4.2. Instalaciones Superficiales: Estaciones (ED´s, ERM o MS).

En la siguiente tabla se muestran las características y ubicación de la Estaciones que integran la Instalación:

Tabla I.8. Instalaciones Superficiales: Estaciones (ED´s, ERM o MS).

No.	Instalación	Coordenadas UTM Zona 14 Q		Presión de entrada (PE). BAR	Temperatura de entrada (TE). °C	Presión de salida (PS). BAR	Temperatura de salida (TS). °C
		X	Y				
Estaciones de Distribución / Distritales							
1	1ed	[redacted]		21	20	4	20
2	2ed			21	20	4	20
3	3ed			21	20	4	20
4	4ed			21	20	4	20
taciones ERM y MS							
1	1e			21	20	4	20
2	2e			4	20	1	20
3	3e			21	20	4	20
4	4e			21	20	4	20
5	5e			21	20	4	20
6	6e			21	20	4	20
7	7e			21	20	4	20
8	8e			21	20	4	20
9	9e			21	20	4	20
10	10e			21	20	4	20
11	11e			4	20	1	20
12	12e			4	20	1	20
13	13e			4	20	1	20
14	14e			4	20	1	20
15	15e			4	20	1	20
16	16e			4	20	1	20
17	17e			4	20	1	20
18	18e			4	20	1	20
19	19e			4	20	1	20
20	20e			4	20	1	20

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

No.	Instalación	Coordenadas UTM Zona 14 Q		Presión de entrada (PE). BAR	Temperatura de entrada (TE). °C	Presión de salida (PS). BAR	Temperatura de salida (TS). °C
		X	Y				
21	21e	[redacted]		4	20	1	20
22	22e			4	20	1	20
23	23e			4	20	1	20
24	24e			4	20	1	20
25	25e			4	20	1	20
26	26e			4	20	1	20
27	27e			4	20	1	20
28	28e			4	20	1	20
29	29e			4	20	1	20
30	30e			4	20	1	20
31	31e			4	20	1	20
32	32e			4	20	1	20
33	33e			4	20	1	20
34	34e			4	20	1	20
35	35e			21	20	4	20
36	36e			4	20	1	20
37	37e			4	20	1	20
38	38e			4	20	1	20
39	39e			4	20	1	20
40	40e			4	20	1	20
41	41e			4	20	1	20
42	42e			4	20	1	20

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

I.4.3. Válvulas de Seccionamiento y Trampas de Diablos.

Como ya se mencionó, las válvulas de seccionamiento sirven para el corte de flujo de gas a lo largo del Sistema de Distribución para así poder aislar secciones de la red que hayan sufrido algún daño.

La instalación cuenta con 24 válvulas en la red de alta presión debidamente identificada de acuerdo con su ubicación, se tienen diversos tipos como válvula de bola, macho, compuerta en diversos diámetros de acuerdo con el troncal o ramal al que seccionan, así mismo se tienen 231 de polietileno, dando un total de 255 válvulas en la Instalación.

Tabla I.9. Válvulas de seccionamiento

Polígono	Material	Presión de operación (Bar)	Válvulas (Pza)
1	PEAD	4	2
	AC	21	4
2	AC	21	7
3	PEAD	4	5
	AC	21	10
4	PEAD	4	16
5	PEAD	4	37
6	PEAD	4	1
7	PEAD	4	49
8	PEAD	4	52
	AC	4	3
9	PEAD	4	42
10	PEAD	4	16
	AC	4	0
11	PEAD	4	11
TOTAL			**255**

En el Anexo 2a., se incluye una lista de la totalidad de válvulas de acero al carbón y de polietileno instaladas en el trazo del sistema de distribución, en el cual se indican las coordenadas de localización por polígono de construcción.

Por la configuración de la red, no es posible realizar la corrida de limpieza o inspección con equipos instrumentados (trampas de diablos).

I.4.4. Sistema de Protección Catódica.

El sistema de protección catódica por corriente impresa es capaz de suministrar la corriente de protección requerida para llevar a toda la estructura enterrada a potenciales polarizados por encima de -850 mV vs $Cu/CuSO_4$ como lo indica la NOM-003-ASEA-2016 y diseñadas en base a la longitud, tipo de recubrimiento y diámetros de tubería a proteger, todo esto médiate una fuente de suministro de corriente directa (rectificador), y una cama anódica en paralelo de tipo convencional y/o a pozo profundo, o de ánodos de sacrificio, además de las conexiones eléctricas entre el ducto, cama y rectificador.

Para este proyecto se tiene instalado un rectificador en la colonia La Sierrita, en el municipio de Querétaro, el cual forma parte del sistema de protección catódica de la red de acero de alta presión, con las siguientes características:

Tabla I.10. Diseño del Sistema de Protección catódica: Rectificadores.

Nombre del Rectificador	Ubicación km. y/o coordenadas UTM		Inicio de área de influencia km.	Fin de área de influencia km.	Tipo
La Sierrita	352366.24	2277693.34	14+500	21+500	Salidas múltiples

Las interconexiones a las City Gate, estaciones de regulación y medición cuentan con aislamientos eléctricos de tipo monolítica, micarta así como tubos y arandelas aislantes, que están instalados en las bridas de entrada y salida de las instalaciones para no afectar la eficacia del sistema de protección catódica, evitando la fuga de corriente hacia otras estructuras. Se inspecciona mediante el método conductivo con equipo de radiofrecuencia o comparación de potencial ducto/suelo mediante un multímetro y una celda de referencia $Cu/CuSO_4$.

A lo largo de la trayectoria del gasoducto se presentan cruces con otras infraestructuras (ductos de transporte de hidrocarburos y ductos que transportan agua). Estos ductos se encuentran a su vez protegidos mediante sistemas de protección catódica por corriente impresa que operan con corrientes relativamente elevadas; y contemplando la cercanía de algunos de estos sistemas con respecto a los gasoductos de la regional, la posibilidad de un fenómeno de interferencia estaría latente especialmente en las zonas de cruces entre los ductos, al ser ésta comúnmente la zona de descarga de la corriente en ductos que se ven interferidos por sistemas de protección catódica ajenos.

I.4.5. Clases de Localización, Trazo y Perfil del Ducto.

En el **Anexo 2b. Planos Tipo de Trazo y Perfil,** se muestran los planos tipo proporcionados por el Promovente, en los cuales se representa esquemáticamente, los detalles tipo a cruces subterráneos con cuerpos de agua y carreteros que realiza la instalación. Así mismo, se presenta el plano de detalle tipo acerca de cómo se realizó la instalación cuando la red presenta interferencias con terceros; ductos de agua potable, agua tratada, gas natural, con alumbrado público y drenaje pluvial y sanitario.

Relacionado a las clases de localización, se seleccionó para la instalación la clase 4, de acuerdo con la norma NOM-003-ASEA-2016:

Tabla I.11. Clases de Localización.

Instalación	Tubería y diámetro	Material	Espesor (mm)	Clase de localización
Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de	PE 1"	PEAD	3.05	4
	PE 2"	PEAD	5.48	4
	PE 3"	PEAD	8.1	4

Instalación	Tubería y diámetro	Material	Espesor (mm)	Clase de localización
Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"	PE 4"	PEAD	10.41	4
	PE 6"	PEAD	15.29	4
	PE 8"	PEAD	19.81	4
	PE 40mm	PEAD	3.81	4
	PE 63mm	PEAD	5.84	4
	PE 110mm	PEAD	9.91	4
	AC 2"	ACERO	3.91	4
	AC 3"	ACERO	5.49	4
	AC 4"	ACERO	6.02	4
	AC 6"	ACERO	7.11	4
	AC 12"	ACERO	10.31	4

I.4.6. Cruzamientos.

A continuación, se indican los cruzamientos realizados por el proyecto durante su instalación

Tabla I.12. Cruzamientos de la Instalación.

Cruce	Tipo de cruzamiento	Profundidad mínima (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce Km	Fin del cruce Km	Espesor del ducto (mm)	Numero de plano
1cc	Cruce de Carretera a Tequisquiapan	2.5	Encamisado	0+046	0+070	0.87	s/n
2cc	Cruce Carretera Federal México-Querétaro	2.5	Encamisado	0+201	0+240	0.87	s/n
3cc	Cruce de Carretera Querétaro-San Luis Potosí	2.5	Encamisado	0+102	0+150	10.8	s/n
4ca	Cruce de Agua sobre Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+990	1+092	19.91	s/n
5cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+000	0+050	5.48	s/n
6cc	Cruce de Carretera Querétaro-San Luis Potosí	2.5	Encamisado	0+034	0+075	11.4	s/n
7ca	Cruce de Agua sobre Calle Acceso III	2.5	Encamisado	0+018	0+046	11.4	s/n
8ca	Cruce de Agua sobre Bernardo Quintana	2.5	Encamisado	0+032	0+070	5.48	s/n
9cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+000	0+050	10.8	s/n
10cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+000	0+046	10.8	s/n
11cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+000	0+060	19.91	s/n

Cruce	Tipo de cruzamiento	Profundidad mínima (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce Km	Fin del cruce Km	Espesor del ducto (mm)	Numero de plano
12cc	Cruce de Carretera Circuito Universidades	2.5	Encamisado	0+020	0+060	19.91	s/n
13cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+000	0+058	10.8	s/n
14cc	Cruce de Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	2.5	Encamisado	0+020	0+046	10.8	s/n
15cc	Cruce de Carretera Circuito Universidades	2.5	Encamisado	0+020	0+080	10.8	s/n
16ca	Cruce de Agua sobre Rio Universidad	2.5	Encamisado	0+030	0+100	10.8	s/n
17ca	Cruce de Agua sobre Rio Universidad	2.5	Encamisado	0+030	0+100	5.48	s/n
18cc	Cruce de Carretera sobre Bernardo Quintana	2.5	Encamisado	0+184	0+236	10.8	s/n
19cc	Cruce Carretera al Mirador	2.5	Encamisado	0+020	0+060	10.8	s/n
20cc	Cruce de Carretera sobre Bernardo Quintana	2.5	Encamisado	0+080	0+160	15.29	s/n
21cc	Cruce de Carretera sobre Bernardo Quintana	2.5	Encamisado	0+010	0+080	19.91	s/n
22cc	Cruce Carretera Federal México-Querétaro	2.5	Encamisado	0+050	0+130	10.8	s/n
23cc	Cruce Carretera Federal México-Querétaro	2.5	Encamisado	0+065	0+180	15.29	s/n

I.4.7. Señalamientos

Los señalamientos de la instalación se efectúan sobre el trazo de las tuberías conforma a lo señalado por la NOM-003-ASEA-2016. A continuación, se indican los señalamientos instalados:

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM Zona 14 N	
		X	Y
POS1	informativo y restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
POS2	informativo y restrictivo		
POS3	informativo y restrictivo		
POS4	informativo y restrictivo		
POS5	informativo y restrictivo		
POS6	informativo y restrictivo		
POS7	informativo y restrictivo		
POS8	informativo y restrictivo		
POS9	informativo y restrictivo		
POS10	informativo y restrictivo		
POS11	informativo y restrictivo		
POS12	informativo y restrictivo		
POS13	informativo y restrictivo		
POS14	informativo y restrictivo		
POS15	informativo y restrictivo		
POS16	informativo y restrictivo		
POS17	informativo y restrictivo		
POS18	informativo y restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM Zona 14 N	
		X	Y
POS19	informativo y restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
POS20	informativo y restrictivo		
POS21	informativo y restrictivo		
POS22	informativo y restrictivo		
POS23	informativo y restrictivo		
POS24	informativo y restrictivo		
POS25	informativo y restrictivo		
POS26	informativo y restrictivo		
POS27	informativo y restrictivo		
POS28	informativo y restrictivo		
POS29	informativo y restrictivo		
POS30	informativo y restrictivo		
POS31	informativo y restrictivo		
POS32	informativo y restrictivo		
POS33	informativo y restrictivo		
POS34	informativo y restrictivo		
POS35	informativo y restrictivo		
POS36	informativo y restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM Zona 14 N	
		X	Y
POS37	informativo y restrictivo	[redacted]	
POS38	informativo y restrictivo		
POS39	informativo y restrictivo		
POS40	informativo y restrictivo		
POS41	informativo y restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM Zona 14 N	
		X	Y
POS42	informativo y restrictivo	[redacted]	
POS43	informativo y restrictivo		
POS44	informativo y restrictivo		
POS45	informativo y restrictivo		
POS46	informativo y restrictivo		

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

I.4.8. Especificaciones del Sistema de Distribución.

A manera de resumen, en la siguiente tabla se muestran las características de los ductos que conforman la Instalación:

Tabla I.13. Especificaciones del Sistema de Distribución.

Instalación	Tubería y diámetro	Material	Espesor (mm)	Especificación del ducto	Código de Diseño	Presión de operación (Bar)	Resistencia hidrostática (kPa)	Longitud (m)
Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"	PE 1"	PEAD	3.05	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	41,211.5
	PE 2"	PEAD	5.48	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	258,069.0
	PE 3"	PEAD	8.1	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	16,793.0
	PE 4"	PEAD	10.41	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	70,696.20
	PE 6"	PEAD	15.29	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	14,939.3
	PE 8"	PEAD	19.81	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	36,591.0

Instalación	Tubería y diámetro	Material	Espesor (mm)	Especificación del ducto	Código de Diseño	Presión de operación (Bar)	Resistencia hidrostática (kPa)	Longitud (m)
	PE 40mm	PEAD	3.81	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	36,831.5
	PE 63mm	PEAD	5.84	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	19,239.0
	PE 110mm	PEAD	9.91	SDR11 PEAD 100	NMX-E-043-SCFI	4	8,620	5,347.0
	AC 2"	ACERO	3.91	API-5L X-42	ASME B31.8	21	241,317	941.8
	AC 2"	ACERO	3.91	API-5L X-42	ASME B31.8	4	241,317	584.5
	AC 3"	ACERO	5.49	API-5L X-42	ASME B31.8	21	241,317	8,633.10
	AC 4"	ACERO	6.02	API-5L X-42	ASME B31.8	21	241,317	2,820.0
	AC 6"	ACERO	7.11	API-5L-X52	ASME B31.8	21	241,317	753.5
	AC 12"	ACERO	10.31	API-5L-X52	ASME B31.8	21	241,317	146.0
Longitud total del sistema de ductos								**513,596.40**

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Contenido

II. Descripción del Proceso 3

II.1 Operación del Sistema de Distribución de Gas Natural. 4

II.1.2. Instalaciones superficiales del Proyecto. 7
II.1.3. Sistema SCADA y comunicaciones. 11
II.1.4. Válvulas de seccionamiento. 12
II.1.5. Diagrama de Flujo del Proceso 13
II.1.6. Propiedades de la Sustancia involucrada 13
II.1.7. Condiciones de Operación. 14

Tablas

Tabla II.1. Puntos de conexión con la red existente. 4
Tabla II.2. Condiciones operativas de las Estaciones Tipo, distribuidas en la Instalación. 7
Tabla II.3. Resumen de la sustancia involucrada. 15

Figuras

Figura II.1. Imagen ilustrativa de una Estación de Distribución. 9
Figura II.2. Imagen ilustrativa de una Estación de Regulación y Medición (alta presión). 10
Figura II.3. Imagen ilustrativa de una Estación de Regulación y Medición (baja presión). 10
Figura II.4. Imagen ilustrativa de una Estación tipo Metering Set. 11

Anexos

Anexo 2 Ingeniería del Proyecto

Anexo 4 Hoja de Datos de Seguridad

II. Descripción del Proceso

El alcance del presente Proyecto consiste en una red de tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y Acero al Carbón (AC), distribuidas en 11 zonas localizadas en los municipios de El Marqués, Querétaro y San Juan del Río, todos en el estado de Querétaro, con la finalidad de satisfacer la demanda de Gas Natural en los sectores habitacional, comercial e industrial de dichos municipios. La red construida fue diseñada y opera a 21 y 4 bar de la Máxima Presión de Operación (MAPO).

La Instalación ha ido creciendo año con año y con la finalidad de mantenerla en buenas condiciones de operación, por lo que el regulado se vio en la necesidad de aplicar las Políticas, Procedimientos y Programas de Operación, Mantenimiento y de Seguridad, estos documentos han sido diseñados para mantener una operación funcional adecuada del sistema.

Para el suministro de gas natural a instalaciones de índole Industrial se hace mediante tubería de acero y Polietileno de Media y Alta Densidad, tratándose de los múltiples de medición y suministro a instalaciones de aprovechamiento de tipo comercial y domestico se encuentran construidos con Cobre Rígido Tipo L. y Tubería de Polietileno — Aluminio — Polietileno y tubería de acero al carbón en sus distintas denominaciones diametrales.

El sistema de distribución de gas natural operado por Tractebel Digaqro S.A. de C.V. cuenta con Sistemas de Odorización localizados en los puntos de inyección al sistema de distribución denominados City Gates (instalaciones fuera del alcance del presente Proyecto)

Para monitorear las especificaciones del gas natural en la zona Geográfica de Querétaro, dentro del City Gate "Lira" se cuenta con un Cromatógrafo, mismo que monitorea los parámetros de las Especificaciones de gas natural indicados en la NOM aplicable.

Para el caso del presente Proyecto, las instalaciones que se consideran son las siguientes

- 4 Estaciones de Distribución
- 21 Estaciones de Regulación y Medición
- 21 Metering Sets
- 255 válvulas de seccionamiento
- 1 Rectificador
- 13,878.9 m de tubería de AC
- 499,717.50m de tubería de PE

II.1 Operación del Sistema de Distribución de Gas Natural.

Para abastecer la parte de la red, se cuenta con Estaciones de Distribución, que cuentan con las etapas de filtrado, y de regulación con instrumentación y elementos de seguridad y control. Este tipo de instalaciones garantiza el suministro y la inyección hacia las redes de PE y se tienen condiciones de operación de baja presión con rangos de 1.5 a 4 bar.

Así mismo, se cuenta con estaciones de regulación y medición industrial, que están conformados por las etapas de filtrado, regulación y medición a través de los elementos primario de medición y los computadores de flujo como elementos de almacenamiento y transmisión de datos, y cuentan con válvulas y accesorios de control e instrumentación.

Por lo general las condiciones de operación que se tienen y se pueden encontrar en la Red de distribución son: 21 a 21 bar, 21 a 7 bar, 21 a 10 bar, 21 a 4 bar, 4 a 4 bar y 4 a 1 bar o para algunos casos la presión de salida es adecuada a los requerimientos del cliente. Se tienen estaciones tipo metering set que dan servicio a clientes industriales que operan a una presión de 4 a 1 bar o para algunos casos de 4 a 4 bar, estos están conformados por la etapa de filtrado, regulación y el elemento primario de medición con válvulas de control e instrumentación básica.

En el Presente Proyecto, el proceso inicia en los puntos de conexión (pc) donde se conecta la tubería del proyecto con la red existente (autorizada). Como ya ha sido mencionado, la red construida fue diseñada y opera a 21 y 4 bar de la Máxima Presión de Operación (MAPO). A continuación, se indican los puntos de conexión existentes, así como algunas de sus características:

Tabla II.1. Puntos de conexión con la red existente.

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura (°C)	Presión (bar)
1pc	TEE ESFERICA #300 3"	AC 3"	20	21
2pc	TEE PE EF 8"-RED PE EF 8X6"	PE 8"	20	4
3pc	TAPPING TEE ANSI 300 SRS 12X3"	AC 12"	20	21
4pc	TAPPING TEE ANSI 300 SRS 12X3"	AC 12"	20	21
5pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
6pc	TEE ESFERICA #300 3"	AC 3"	20	21
7pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
8pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
9pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
10pc	COPLE PE EF 8"	PE 8"	20	4
11pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
12pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura (°C)	Presión (bar)
13pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
14pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
15pc	TEE PE EF 2"	PE 2"	20	4
16pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
17pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
18pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
19pc	TAPPING TEE EF 2X2" - RED PE EF 2"-63mm	PE 2"	20	4
20pc	TEE PE EF 63mm	PE 63mm	20	4
21pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
22pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
23pc	TEE PE EF 3"	PE EF 3"	20	4
24pc	TAPPING TEE PE EF 200X110mm	PE 200mm	20	4
25pc	COPLE PE EF 110mm	PE 110mm	20	4
26pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
27pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
28pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
29pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
30pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
31pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
32pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
33pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
34pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
35pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
36pc	TEE PE EF 6"	PE 6"	20	4
37pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4
38pc	TEE PE EF 8"	PE 8"	20	4
39pc	TEE PE EF 8"	PE 8"	20	4
40pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
41pc	TEE PE EF 3"	PE 3"	20	4
42pc	COPLE PE EF 3"	PE 3"	20	4
43pc	COPLE PE EF 6"	PE 6"	20	4
44pc	TEE PE EF 4"	PE 4"	20	4

Puntos de conexión	Pza. de Conexión	Diámetro	Temperatura (°C)	Presión (bar)
45pc	TEE ESFERICA #300 4"	AC 4"	20	21
46pc	TEE ESFERICA #300 12"	AC 12"	20	21
47pc	COPLE PE 40mm	PE 40mm	20	4
48pc	COPLE PE 40mm	PE 40mm	20	4
49pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
50pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
51pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
52pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
53pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
54pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
55pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
56pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
57pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
58pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
59pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
60pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
61pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
62pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
63pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
64pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
65pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
66pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
67pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
68pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
69pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
70pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
71pc	COPLE PE EF 4"	PE 4"	20	4
72pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4
73pc	COPLE PE EF 2"	PE 2"	20	4

II.1.2. Instalaciones superficiales del Proyecto.

Es importante aclarar que la Instalación cuenta con diferentes tipos de estaciones, que se encuentran distribuidas en la red, dependiendo de las condiciones que existen en los diferentes puntos de conexión de la red y de los clientes. Estas estaciones pueden estar conectadas tanto a la red de baja presión como a la de alta y su objetivo es regular la presión a las condiciones de trabajo de la red o del cliente, así como ser el punto de medición para la facturación del servicio. A continuación, se enlistan dichas estaciones:

Tabla II.2. Condiciones operativas de las Estaciones Tipo, distribuidas en la Instalación.

No.	Instalación	Presión de entrada (PE). BAR	Temperatura de entrada (TE). °C	Presión de salida (PS). BAR	Temperatura de salida (TS). °C	DTI de referencia
Estaciones de Distribución						
1	1ed	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
2	2ed	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
3	3ed	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
4	4ed	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
Estaciones ERM y MS						
1	1e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
2	2e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
3	3e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
4	4e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
5	5e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
6	6e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
7	7e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
8	8e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
9	9e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
10	10e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
11	11e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
12	12e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
13	13e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
14	14e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
15	15e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
16	16e	4	20	1	20	DTI METERING SET
17	17e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
18	18e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR

No.	Instalación	Presión de entrada (PE). BAR	Temperatura de entrada (TE). °C	Presión de salida (PS). BAR	Temperatura de salida (TS). °C	DTI de referencia
19	19e	4	20	1	20	DTI METERING SET
20	20e	4	20	1	20	DTI METERING SET
21	21e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
22	22e	4	20	1	20	DTI METERING SET
23	23e	4	20	1	20	DTI METERING SET
24	24e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
25	25e	4	20	1	20	DTI METERING SET
26	26e	4	20	1	20	DTI RMD 4-1 BAR
27	27e	4	20	1	20	DTI METERING SET
28	28e	4	20	1	20	DTI METERING SET
29	29e	4	20	1	20	DTI METERING SET
30	30e	4	20	1	20	DTI METERING SET
31	31e	4	20	1	20	DTI METERING SET
32	32e	4	20	1	20	DTI METERING SET
33	33e	4	20	1	20	DTI METERING SET
34	34e	4	20	1	20	DTI METERING SET
35	35e	21	20	4	20	DTI RMD 21-4 BAR
36	36e	4	20	1	20	DTI METERING SET
37	37e	4	20	1	20	DTI METERING SET
38	38e	4	20	1	20	DTI METERING SET
39	39e	4	20	1	20	DTI METERING SET
40	40e	4	20	1	20	DTI METERING SET
41	41e	4	20	1	20	DTI METERING SET
42	42e	4	20	1	20	DTI METERING SET

A continuación, se describe la filosofía de operación de las Estaciones Tipo que conforma la Instalación del Sistema de Distribución:

1. Estación de Distribución o Distrital

En la regional se tienen instaladas estaciones de regulación, las cuales están interconectadas a la red de acero de alta presión de distribución que opera a 21 bar, las distritales suministran gas a la red de baja presión de polietileno de media y alta densidad, donde se tiene conectados clientes residenciales, comerciales e industriales, la red de polietileno opera a máximo 4 bar de presión. La configuración de estas puede ser principalmente en forma horizontal, y en algunas ocasiones en forma horizontal (paralela), de acuerdo con la posición de los equipos que la conforman. Estas estaciones de regulación son operadas y mantenidas por ENGIE.

Figura II.1. Imagen ilustrativa de una Estación de Distribución.

2. Estación de Regulación y Medición (alta presión).

Las estaciones de regulación y medición (ERM), están interconectadas a la red de distribución en acero en alta presión que opera a 21 bar. Las ERM de alta presión, suministran el servicio de gas natural a clientes industriales medianos y grandes, mediante una instalación de aprovechamiento, de acero o de polietileno de media y alta densidad. El servicio es suministrado a los clientes de acuerdo con la presión a la que requieran operar sus respectivos procesos, esta puede ser entre 4 y 14 bar. La configuración de estas estaciones puede ser en forma horizontal, vertical o escorpión, de acuerdo con la posición de los equipos que la conforman. Estas estaciones de regulación y medición son operadas y mantenidas por ENGIE.

Figura II.2. Imagen ilustrativa de una Estación de Regulación y Medición (alta presión).

3. Estación de Regulación y Medición (baja presión)

Las estaciones de regulación y medición (ERM), están interconectadas a la red de polietileno de baja presión de distribución que opera a 4 bar. Las ERM de baja presión, suministran el servicio de gas natural a clientes industriales medianos y chicos, mediante una instalación de aprovechamiento, de acero o de polietileno de media y alta densidad. El servicio es suministrado a los clientes de acuerdo con la presión a la que requieran operar sus respectivos procesos, esta puede ser entre 1 y 2 bar. La configuración de estas estaciones puede ser en forma vertical y escorpión, de acuerdo con la posición de los equipos que la conforman. Estas estaciones de regulación y medición son operadas y mantenidas por ENGIE.

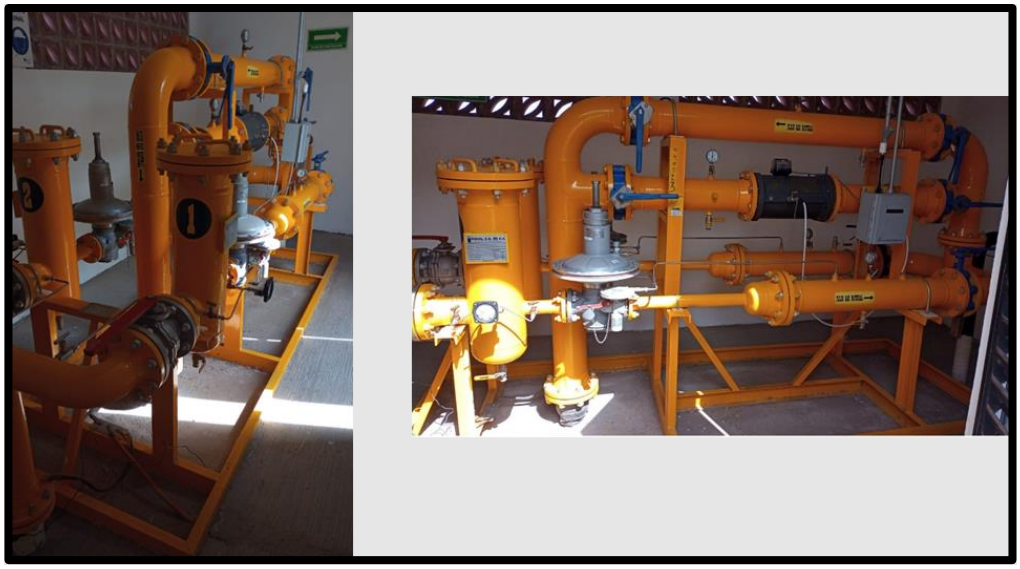


Figura II.3. Imagen ilustrativa de una Estación de Regulación y Medición (baja presión).

4. Metering Set

En la regional se tienen instaladas estaciones de regulación tipo Metering Set las cuales están interconectadas a la red de polietileno de distribución que opera a 2 o 4 bar, las estaciones de regulación y medición suministran gas a los diferentes clientes industriales pequeños de la regional. Estas estaciones Metering Set son operadas y mantenidas por personal propio de ENGIE.

Figura II.4. Imagen ilustrativa de una Estación tipo Metering Set.

Ver en Anexo 2d. Filosofía de Operación.

II.1.3. Sistema SCADA y comunicaciones.

En la regional se cuenta con un sistema de trasmisión de datos denominado SCADA a través del aplicativo Talón de la marca Eagle Research, el cual se usa para monitorear las condiciones de los City Gates y estaciones de regulación y medición, esta comunicación se realiza por medio de la comunicación vía línea telefónica y vía modo GPRS, la interrogación de los datos se realiza una vez al día y este sistema resguarda en un servidor los datos históricos de las condiciones de operación y consumos de las estaciones que se tienen conectadas al sistema SCADA.

Las estaciones con enlace al sistema SCADA, cuentan con un equipo electro corrector de flujo con comunicación Modbus RTU, así también cada RTU cuenta con un modem celular GPRS marca WINTECH GP3, para realizar la comunicación con el servidor principal, el cual interroga los equipos y almacena los datos.

II.1.4. Válvulas de seccionamiento.

La red de distribución está integrada con 24 válvulas de acero en red de alta presión y 231 válvulas de polietileno en red de baja presión, las cuales pueden ser tipo bola flotante o bola trunnion de cuerpo completo y de tipo compuerta, de acuerdo con lo indicado en la ficha técnica.

El diseño, fabricación y pruebas de válvulas deben cumplir con los estándares de la normatividad vigente, así como las buenas prácticas de la industria.

Las válvulas de polietileno del sistema de distribución cuentan con un programa de inspección y mantenimiento anual de válvulas de líneas de redes de PE para la red de baja presión.

El mantenimiento se realizará de acuerdo a la normatividad vigente y a las recomendaciones de los fabricantes cuando menos una vez por año calendario, no excediendo los quince (15) meses.

Los trabajos de mantenimiento anual de válvulas podrán ser realizados en conjunto con el programa de detección sistemática de fugas de la línea o bien de manera independiente.

La red de acero de alta presión cuenta con válvulas de seccionamiento y válvulas troncales, que permiten en un momento dado el bloqueo del flujo de gas en ciertas secciones de los ductos, si así es requerido por alguna emergencia o por trabajos en el sistema. El accionamiento de todas las válvulas existentes en la red de alta presión se opera de forma manual en sitio.

Las válvulas de la red de alta presión están debidamente identificadas de acuerdo con su ubicación, se tienen diversos tipos como válvula de bola, macho y compuerta, en diversos diámetros de acuerdo con el troncal o ramal al que seccionan.

La inspección y mantenimiento se realizará por lo menos una vez por año calendario, no excediendo los quince (15) meses, con la finalidad de que se encuentren libres de basura, agua o cualquier otro elemento ajeno al sistema, se debe revisar el funcionamiento de la válvula, lubricar cuando aplique, verificar que no existan fugas y proteger con recubrimiento anticorrosivo.

En cada válvula de seccionamiento debe aparecer un número de identificación asignado por el área de

Antes del inicio de las operaciones, las válvulas fueron probadas conforme a lo siguiente:

- Cuerpo de la válvula: con la válvula en posición totalmente abierta, se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la máxima presión de operación.
- Asiento de la válvula: con la válvula en posición totalmente cerrada, se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la máxima presión de operación.
- Las válvulas se deben operar para comprobar su buen funcionamiento.

Ver Anexo 2d. Filosofía de Operación.

II.1.5. Diagrama de Flujo del Proceso

En el Anexo 2c., se muestra de manera general el Diagrama de Flujo de Proceso de la Instalación, mismo en el que se representa el sistema o red de acero al carbón, correspondiente a la red de alta presión y el sistema de baja presión (Polietileno). **Ver Anexo 2c. Diagrama de Flujo de Proceso.**

II.1.6. Propiedades de la Sustancia involucrada

La sustancia química peligrosa involucrada en la etapa de operación del sistema, es el Gas Natural[1], este se encuentra en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR). A continuación, se describen los componentes y propiedades Físico-Químicas de este combustible:

Nombre común: Gas Natural

Numero CAS: 8006-14-2

Familia química: Hidrocarburos del petróleo

Peso molecular: 16.042 u.m.a.

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

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

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

Inflamabilidad: Extremadamente inflamable

Punto de inflamación: -222°C

Temperatura de ignición espontánea: 525.22°C

Límites de Explosividad: Inferior 4.5 % - Superior 14.5 %

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

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

El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Se presenta en su forma gaseosa por debajo de los -160ºC. Por razones de seguridad, se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido (H_2S), con el propósito de detectar fugas de esta sustancia.

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

Es una mezcla de hidrocarburos ligeros, compuesto principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos; además de lo anterior, cuenta con otros componentes tales como el CO_2, 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% mol) conforme a lo establecido en NOM-001-SECRE-2010. Posee una estructura de hidrocarburo simple, compuesto por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH_4). 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.

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

Ver Hoja de Datos de Seguridad del GN en **Anexo 4a. HDS Gas Natural.**

II.1.7. Condiciones de Operación.

Sistema de Distribución

La presión de operación para la tubería de acero es de 21 y 4 bar a una temperatura de 20 °C, mientras que la tubería de PE se maneja a 4 bares de presión de operación y una temperatura de 20 ° C.

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
PE 1"	41,211.5	PEAD
PE 2"	258,069.0	PEAD
PE 3"	16,793.0	PEAD
PE 4"	70,696.20	PEAD
PE 6"	14,939.3	PEAD
PE 8"	36,591.0	PEAD
PE 40 mm	36,831.5	PEAD

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
PE 63 mm	19,239.0	PEAD
PE 110 mm	5,347.0	PEAD
AC 2"	1,526.3	ACERO
AC 3"	8,633.10	ACERO
AC 4"	2,820.0	ACERO
AC 6"	753.5	ACERO
AC 12"	146.0	ACERO

Tubería y diámetro	Longitud (m)	Material
Total		**513,596.40**

Estaciones

Como se ha venido mencionado, el Sistema de Distribución tiene instaladas Estaciones de Distribución (DP), Estaciones de Regulación y Medición (ERM´s) y Estaciones tipo metering set (MS), mismas que manejan rangos de presión de 21 a 4 bar y de 4 a 1 bar. Ver condiciones operativas en la **Tabla II.2.**

Lo antes mencionado se resume en la Tabla II.3

Tabla II.3. Resumen de la sustancia involucrada.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo máximo	Concentración	Presiones de operación (máxima)	Cantidad de reporte en los LAAR.
		C	R	E	T	I				
Gas Natural (metano)	8006-14-2			X		X	6,805 MCFD* 41,933 MCFD**	100%	21 y 4 Bar (en Ductos de A.C.) 4 bar (en ductos de PE)	500 kg

MCFD = Miles de pies cúbicos por día.
*Flujo máximo de Gas Natural medido en la City Gate "Lira". MCFD = Miles de pies cúbicos por día.
** Flujo máximo de Gas Natural medido en la City Gate "San Juan del Río".

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Contenido

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. 4
III.1. Aspectos Abióticos. 6
III.1.1. Clima. 6
III.1.2. Geología. 10
III.1.3. Geomorfología. 11
III.1.4. Tipo de suelo. 14
III.2. Aspectos Bióticos. 17
III.2.1. Flora y Fauna. 17
III.3. Susceptibilidad de la Zona. 20
III.3.1. Terremotos (Sismos). 21
III.3.2. Corrimientos de tierra o Inestabilidad de Laderas. 23
III.3.3. Derrumbamientos o Hundimientos. 24
III.3.4. Inundaciones. 26
III.3.6. Otros efectos meteorológicos adversos. 27
III.4. Zonas vulnerables, componentes ambientales, infraestructura y usos de suelo. 28
III.4.1. Zonas Vulnerables de Población. 28
III.4.2. Componentes Ambientales. 45
III.4.3. Infraestructura Vial. 50
III.4.4. Uso de Suelo. 55

Tablas

Tabla III.1. Descripción de los tipos de climas en el área de estudio la Instalación. 6
Tabla III.2. Resumen de Condiciones Climáticas de Querétaro y El Marqués. 8
Tabla III.3. Resumen de Condiciones Climáticas de San Juan del Río. 9
Tabla III.4. Definiciones de las Unidades de Suelo presentes en el Área de Estudio. 14
Tabla III.5. Fenómenos naturales a los que se presenta susceptibilidad. 20
Tabla III.6. Localidades vulnerables en el Área de Estudio. 28
Tabla III.7. Incidencia de Instalaciones con la Trayectoria de la Instalación. 32
Tabla III.8. Componentes Ambientales: cruzamientos y proximidades de la Instalación con Cuerpos de Agua 45
Tabla III.9. Componentes Ambientales: ANP´s, próximos a la Instalación. 47
Tabla III.10. Infraestructura de tipo vía férrea en el Área de Estudio. 50
Tabla III.11. Infraestructura de tipo línea de transmisión eléctrica en el Área de Estudio. 50
Tabla III.12. Infraestructura de tipo carretera en el Área de Estudio. 52
Tabla III.13. Uso de Suelo en el Área de Estudio donde se ubica la Instalación. 55

Figuras

Figura III. 1 Localización de la Instalación (Plano 1 de 2). 4
Figura III. 2 Localización de la Instalación (Plano 2 de 2). 5
Figura III. 3 Climas del Área de Estudio. 7
Figura III. 4 Geología en el Área de Estudio. 10
Figura III. 5 Fisiografía del Área de Estudio. 12
Figura III. 6 Geomorfología del Área de Estudio 13
Figura III. 7 Tipo de Edafología en el Área de Estudio. 16

Figura III. 8 Tipo de Suelo y Vegetación en el Área de Estudio. 18
Figura III. 9 Tipo de Sismicidad en el Área de Estudio. 22
Figura III. 10 Incidencia de Instalaciones con la Trayectoria de la Instalación....44
Figura III. 11 Cuerpos de Agua en la Zona de la Instalación....48
Figura III. 12 ANP´S en la Zona de la Instalación. 49
Figura III. 13 Infraestructura Vial 54
Figura III. 14 Uso de Suelo. 56

Anexos

Anexo 1 Planos de la Instalación

Anexo 2a Localización de la Instalación

III. Descripción del Entorno.

El Sistema de Distribución de Gas Natural (SDGN) denominado "**Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Río, Obras Adicionales**" (en adelante Instalación), propiedad de Tractebel Digaqro S.A. de C.V. (Promovente), tiene una longitud de 513,596.40 m (Tubería de AC y PE). Este tiene incidencia en los municipios de El Marqués, Querétaro y San Juan del Río, todos en el estado de Querétaro.

En las siguientes figuras se muestra la trayectoria de la "Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan del Río, Obras Adicionales".

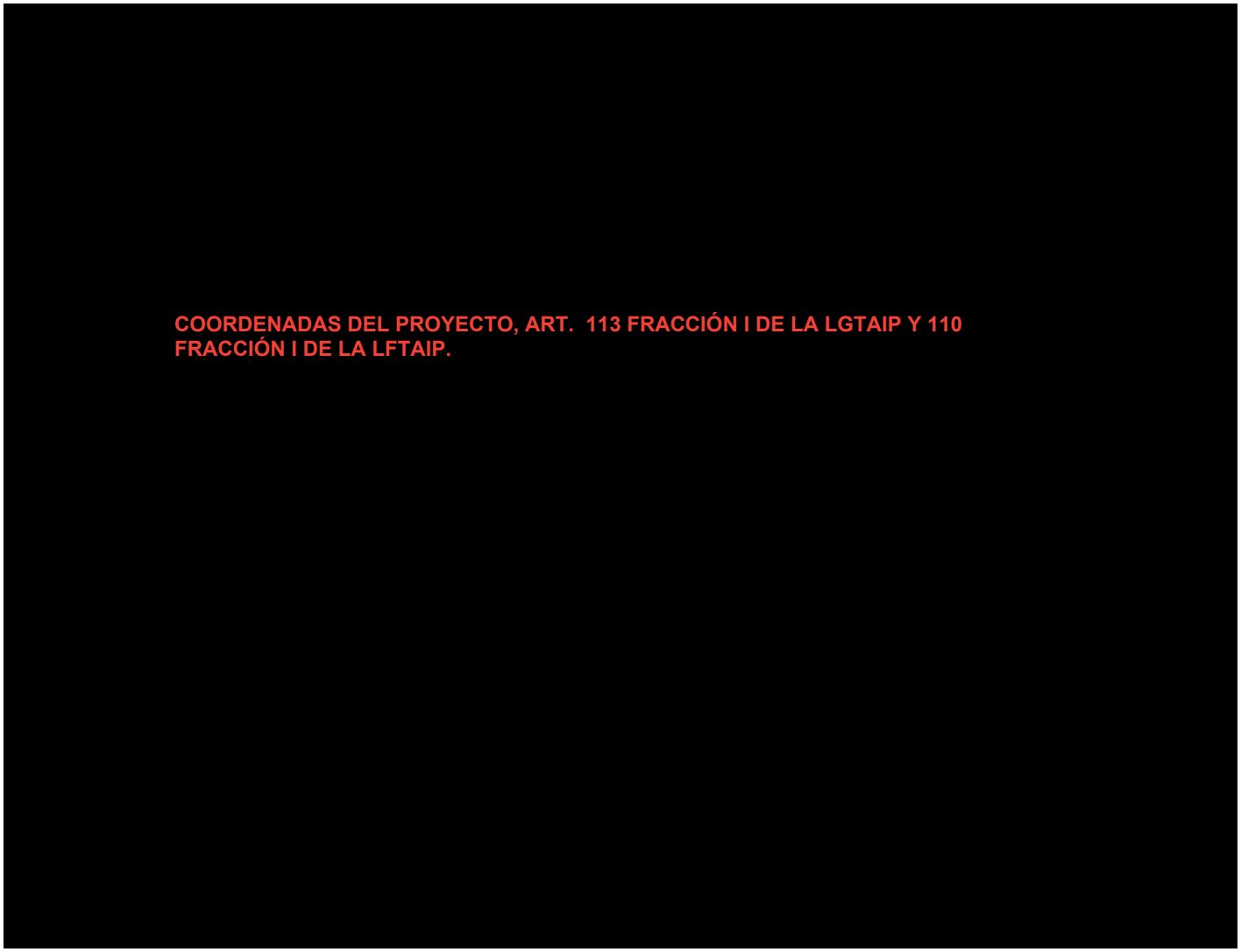


Figura III. 1 Localización de la Instalación (Plano 1 de 2).

Para mayor detalle ver en Anexo 1 (1.a y 1.b) y Anexo 2 (2.a)

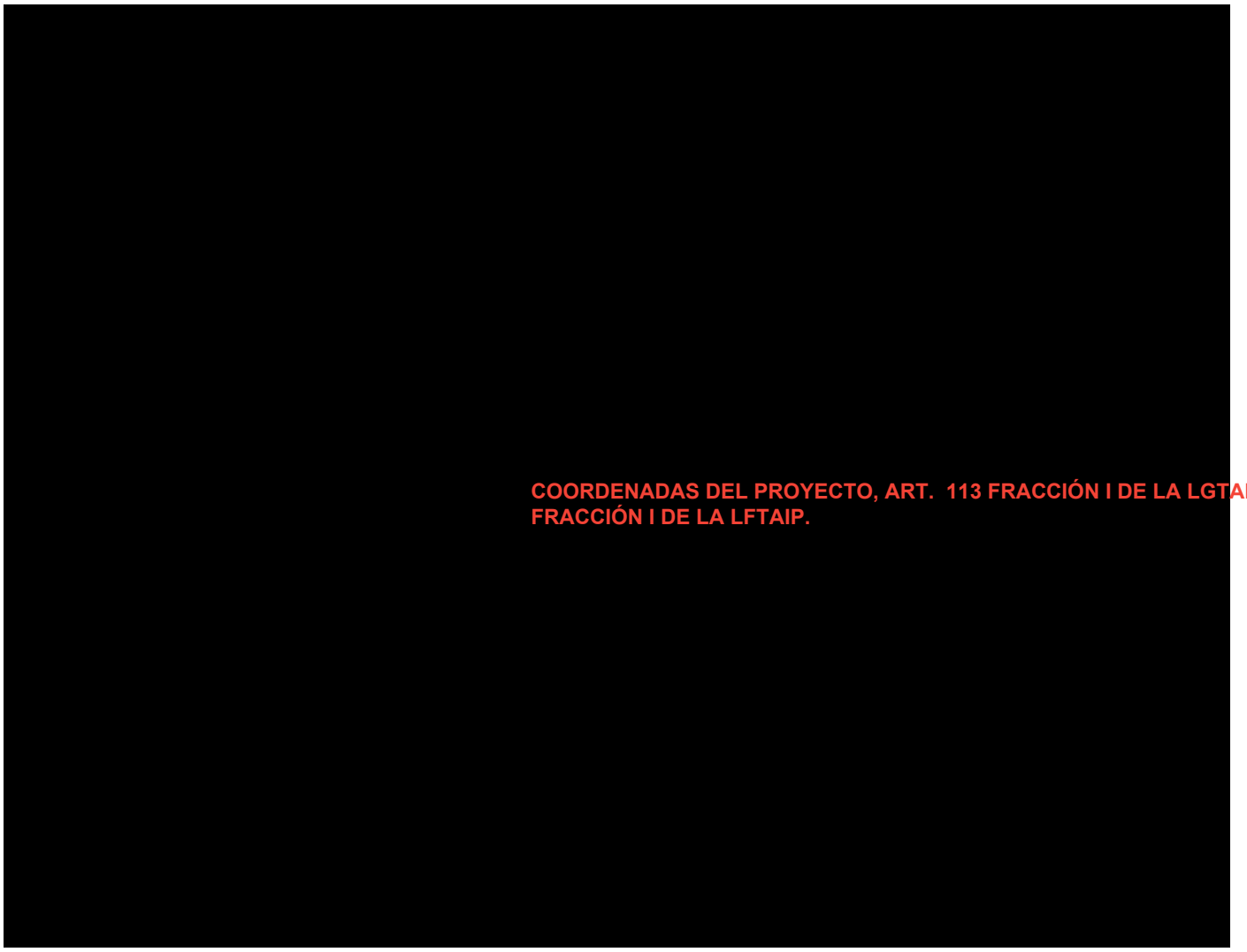


Figura III. 2 Localización de la Instalación (Plano 2 de 2).

Para mayor detalle ver en Anexo 1 (1.a y 1.b) y Anexo 2 (2.a)

III.1. Aspectos Abióticos.

A continuación, se describen los aspectos abióticos correspondientes al sitio donde se localiza la Instalación, considerando un radio de 800 metros (área de estudio) a partir de los límites de la Red de Distribución, tal como se establece en el numeral 5.3.2 de la Guía de la ASEA para la elaboración del Estudio de riesgo para el Sector de Hidrocarburos.

III.1.1. Clima.

En el área de estudio donde se ubica la Instalación, presenta diferentes tipos de clima, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1981), son tres tipos de Templado, Subhúmedo C (w1) y C (w2), los cuales son muy similares, diferenciándose por el nivel de precipitación. A continuación, se mencionan las características de cada tipo de clima **(Ver Tabla III.1 y Figura III.3)**.

Tabla III.1. Descripción de los tipos de climas en el área de estudio la Instalación.

Tipo de Clima	Descripción
BS1 kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.
BS1 hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
C (wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.

Figura III. 3 Climas del Área de Estudio.

Condiciones ambientales de Querétaro.

En las siguientes tablas, se obtuvo la información por medio de la base de datos meteorológicos de la NASA de los últimos diez años tomando en cuenta los municipios de Querétaro, El Marqués y San Juan del Río donde se encuentra el área de estudio. En la **Tabla III.2** se muestra la temperatura promedio del año 2011 al 2021, teniendo como temperatura máxima en Querétaro y El Marqués de 30.45 °C en 2011 y temperatura mínima 5.69 °C presentándose en el año 2011. En la misma **Tablas III.2**, se indican los valores de velocidad y dirección del viento que se tiene en la zona de Querétaro y El Marqués, así como la humedad relativa del sitio.

Tabla III.2. Resumen de Condiciones Climáticas de Querétaro y El Marqués.

No.	Año	Parámetro						
		Temperatura máxima anual (°C)	Temperatura mínima anual (°C)	Precipitación (mm)	Velocidad máxima del viento (m/s)	Velocidad mínima del viento (m/s)	Dirección del viento (grados)	Humedad relativa (%)
1	2011	29.91	5.69	448.26	5.94	0.11	115.36	54.4
2	2012	28.97	6.38	537.89	5.59	0.09	101.69	59.37
3	2013	29.51	6.46	685.54	5.73	0.11	116.16	60.11
4	2014	28.37	6.67	606.44	5.39	0.10	117.64	63.20
5	2015	28.71	7.85	711.92	5.27	0.079	103.13	66.43
6	2016	29.04	6.92	643.36	6.26	0.09	103.21	60.48
7	2017	29.91	6.52	543.16	5.94	0.11	90.66	58.41
8	2018	29.40	7.3	754.1	5.31	0.07	62.37	63.18
9	2019	30.05	7.99	479.88	5.35	0.08	113.44	58.54
10	2020	30.45	6.40	411.32	6.08	0.10	129.48	56.80
11	2021	29.37	7.49	739.57	5.60	0.11	97.13	59.20
Promedio		**29.42**	**6.87**	**596.49**	**5.67**	**0.09**	**104.57**	**60.01**

Fuente: POWER | Data Access Viewer Prediction Of Worldwide Energy Resource (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/)

La mayor humedad relativa de los últimos diez años para el Área de Estudio en la parte de Querétaro y El Marqués, se presentó en el año 2015 con humedad con 66.43 %.

La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año, con velocidades promedio para del viento en Querétaro y El Marqués de más de 20.4 kilómetros por hora (5.67 m/s).

Condiciones ambientales de San Juan del Río.

En las siguientes tablas, se obtuvo la información por medio de la base de datos meteorológicos de la NASA de los últimos diez años de San Juan del Río donde se encuentra el área de estudio **(Tabla III.3)**, la temperatura máxima es 29.79 en el año 2016 y la temperatura mínima 4.91 en el 2011.

Tabla III.3. Resumen de Condiciones Climáticas de San Juan del Río.

No.	Año	Parámetro						
		Temperatura máxima anual (°C)	Temperatura mínima anual (°C)	Precipitación (mm)	Velocidad máxima del viento (m/s)	Velocidad mínima del viento (m/s)	Dirección del viento (grados)	Humedad relativa (%)
1	2011	28.56	4.91	416.61	6.78	0.11	86.44	58.56
2	2012	27.90	5.41	527.34	6.48	0.11	90.17	63.14
3	2013	28.36	5.44	606.45	6.91	0.14	113.37	63.34
4	2014	27.39	5.74	569.53	6.09	0.09	118.25	66.59
5	2015	27.66	6.95	606.44	6.15	0.15	99.80	69.69
6	2016	27.79	6.24	611.72	7.24	0.11	106.70	64.82
7	2017	28.75	5.67	511.53	7.01	0.15	104.93	62.77
8	2018	28.30	6.28	595.9	6.20	0.13	70.14	66.10
9	2019	29.24	7.02	395.51	6.54	0.12	116.04	60.86
10	2020	29.37	5.43	353.32	7.21	0.14	106.35	60.39
11	2021	28.38	6.81	677.76	6.45	0.12	90.00	62.54
Promedio		**28.33**	**5.99**	**533.82**	**6.64**	**0.12**	**100.20**	**63.53**

Fuente: POWER | Data Access Viewer Prediction Of Worldwide Energy Resource (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/)

En la **Tabla III.3** se muestra la humedad relativa de los últimos diez años del Área de Estudio en la parte de San Juan del Río, teniendo el año 2015 con mayor humedad con 69.69%.

La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año, con velocidades promedio para del viento en San Juan del Río de más de 23.9 kilómetros por hora (6.64 m/s).

III.1.2. Geología.

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

En el Área de Estudio se presenta una gran variedad de tipo de litología, tales como los mencionados a continuación:

- Ígnea extrusiva Intermedia (Q(Igei))
- Suelo (Q(s))
- Ígnea extrusiva básica (Ts(Igei))
- Ígnea extrusiva ácida (Ts(Igea))
- Arenisca (Ts(ar))
- Arenisca – Conglomerado (Ts(ar-cg))
- Volcanoclastico (Ts(vc))

Figura III. 4 Geología en el Área de Estudio.

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales. Geológicos Esc 1:250, 000

III.1.3. Geomorfología.

El Área de Estudio de la Instalación se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

- Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico.

La "Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal" (**Figura III.5**) también conocida como "Sierra Volcánica Transversal", misma que constituye una franja volcánica que cruza transversalmente a la Republica Mexica de Oeste a Este desde el Océano Pacifico hasta el Golfo de México, alrededor del paralelo 19.5°N (19.471 para mayor exactitud) constituyendo uno de los rasgos más característicos de la Geología de México por su orientación con respecto a la Fosa de Acapulco, la cual marca la zona de subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa Norteamericana, mecanismo que origina los magmas andesíticos de dicho Eje Neovolcánico.

La provincia se encuentra formada por un gran número de aparatos volcánicos, de los cuales algunos constituyen las principales elevaciones del país, dichos aparatos volcánicos son estratovolcanes de dimensiones variables, entre los que destacan en Nevado de Colima, el Pico de Orizaba, el Nevado de Toluca, el Popocatépetl e Iztaccíhuatl, siendo estos últimos dos los más cercanos en términos geológicos al municipio.

Existen, además, otro tipo de aparatos volcánicos como lo son los llamados "Cono cineríticos" que son generalmente aparatos volcánicos de pequeñas dimensiones (en términos geológicos) como lo es el volcán de Paracutín. Por otra parte, imperan algunas calderas tanto de colapso y de explosión, siendo las más importantes la de "La Primavera" en el Estado de Jalisco y "Los Humeros" en el Estado de Puebla.

Es importante recalcar lo anteriormente mencionado, ya que esta actividad volcánica dio y sigue dando lugar a un número elevado de accidentes geológicos, estructuras volcánicas, valles y cuencas que, junto con el desarrollo de sus lagos, despliegan así, los paisajes únicos y característicos que hacen que esta misma provincia sea subdividida en tres: Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo, Mil cumbres y Lagos y Volcanes de Anáhuac, esta última cubriendo el 100% del territorio municipal.

Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) y que continúan hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudo volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etcétera, dispersos entre extensas llanuras.

- Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

La Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo se extiende desde el oeste de la ciudad de Querétaro, hasta Pachuca, Hidalgo, con una superficie dentro del estado de 7 821.33 km lo que significa el 37.41 °/o contra el total estatal.

De poniente a oriente presenta un corredor, abajo de los 2 000 ms.n.m., de lomeríos bajos de material volcánico y llanuras. Aparte de ciertas prominencias dentro de dicho corredor, queda prácticamente encerrado desde todos los lados por sistemas de sierras, mesetas y lomeríos, casi todos de origen volcánico, que exceden los 2 000 m. Sólo una cumbre, la del

cerro Nopala al sur de Huichapan, Hidalgo, tiene más de 3 000 m de altitud. Cerca de esta localidad se levanta una de las estructuras más extraordinarias de toda la provincia, la caldera de Huichapan, ubicada en lo alto de un antiguo aparato volcánico

Casi toda la subprovincia, con los ríos San Juan, Tula y Tulancingo, está comprendida dentro de la cuenca del Panuco; sólo el área de la ciudad de Querétaro queda en la cuenca del Lerma. Dentro del estado de Hidalgo queda comprendida casi la mitad oriental de esta subprovincia. Hacia el oeste dominan los sistemas de lomeríos de rocas volcánicas intermedias, interrumpidos por sierras volcánicas aisladas, entre las que destaca el conjunto Nopala-Caldera de Huichapan, que limita al occidente por la llanura de piso rocoso (duripán) de Ixmiquilpan. Esta queda separada del llano Tula-Actopan, de características análogas, por lomeríos y sierritas volcánicas. Finalmente, la sierra de Pachuca formada por rocas volcánicas acidas, la mayor de la subprovincia y sobre cuyas estribaciones se encuentra la capital del estado, separa esas llanuras de las que se extienden al norte y noreste de Tulancingo, con el río del mismo nombre. Forman parte de este sistema fluvial las célebres cascadas de San Miguel Regla sobre basalto columnar. Sierras pequeñas y lomeríos bordean la subprovincia en su extremo oriente.

Figura III. 5 Fisiografía del Área de Estudio.

Fuente: Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas, Esc: 1:1 000 000. Edición:2001 y Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas, Esc: 1:1 000 000. Edición: 2001

En el Área de Estudio se encuentran diferentes tipos de Topoformas, como son las denominadas: Sierra Volcánica de Laderas Tendidas, Lomerío de Basalto con Llanuras y Llanura Aluvial (**Ver Figura III.6**).

Así mismo, se encuentran diferentes curvas de nivel, como de 1800 msnm y de 2250 msnm.

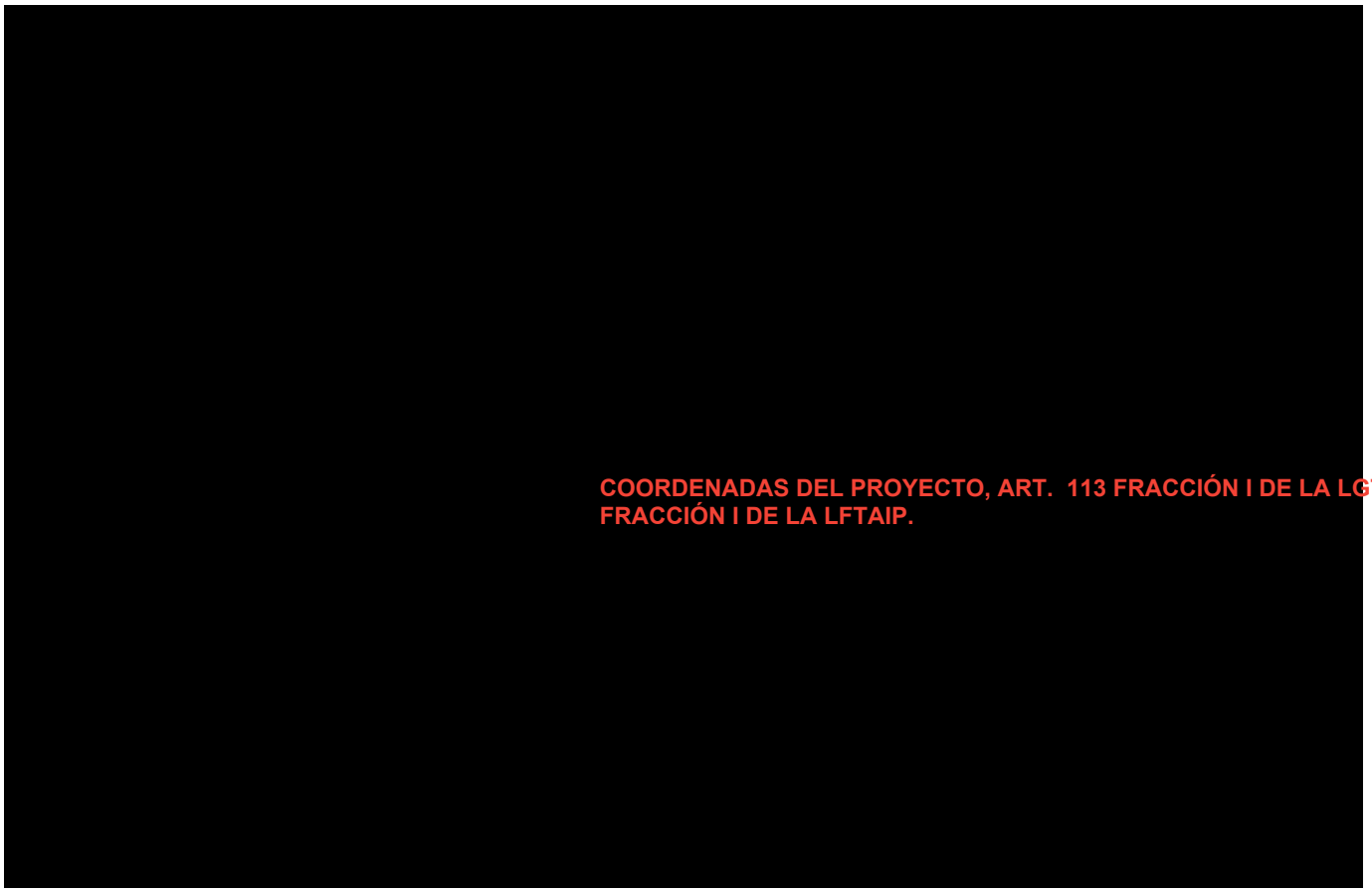


Figura III. 6 Geomorfología del Área de Estudio.

Fuente: Sistema de Topoformas INEGI. Esc: 1: 1 000 000 y Conjunto de Elevaciones Mexicano (CEM). INEGI.

III.1.4. Tipo de suelo.

El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre, la cual brinda soporte a la cubierta vegetal natural y a las actividades humanas; el suelo se forma a partir de la interacción de varios factores ambientales como el clima, el tipo de roca que da origen al suelo (material parental), vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. (INEGI, 2004).

Fuente: INEGI. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología (2004).

El Área de Estudio presenta una gran diversidad de tipo de suelos, como lo son los siguientes:

- Feozem háplico + Vertisol pelico (Hh+Vp/2/D)
- Feozem háplico + Vertisol pelico (Hh+Vp/2/P)
- Feozem háplico (Hh/2/D)
- Vertisol pelico + Litosol (Vp+I/3/L)
- Vertisol pelico + Litosol (Vp+I/3/P)
- Vertisol pelico + Planosol molico (Vp+Wm/3/D)
- Vertisol pelico (Vp/3)
- Vertisol pelico (Vp/3/P)

Tabla III.4. Definiciones de las Unidades de Suelo presentes en el Área de Estudio.

Unidades de Suelo		
Código	**Nombre**	**Definición**
H	Feozem	Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.
V	Vertisol	Del latín vertere, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. 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 (Fig. 53) y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que porsercolapsables 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

Unidades de Suelo		
Código	**Nombre**	**Definición**
		importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza (Fig. 55). 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. Su símbolo es (V).
I	Litosol	Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original. En México, los Leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la del Sur, las Penínsulas de Yucatán y Baja California y una vasta región del Desierto Chihuahuense. Particularmente, en la Península de Yucatán, los Leptosoles tienen una capa superficial rica en materia orgánica, pero también pueden presentar problemas de manejo agrícola por la escasa retención de humedad debido a lo somero del suelo y alta cantidad de afloramientos rocosos.
W	Planosol	Del latín planus: plano, llano. Connotativo de suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie. Son medianamente profundos en su mayoría, entre 50 y 100 cm, y se encuentran principalmente en los climas templados y semiáridos de nuestro país. Las regiones donde se han registrado con mayor frecuencia son los Altos de Jalisco, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, los valles zacatecanos y algunas porciones de las planicies tarahumaras. Su vegetación natural es de pastizal o matorral. Se caracterizan por presentar debajo de la capa más superficial, una capa infértil y relativamente delgada de un material claro que generalmente es menos arcilloso que las capas tanto que lo cubren como las capas que la subyacen. Debajo de esta capa se presenta un subsuelo muy arcilloso, o bien, roca o tepetate, todos impermeables. En otros países se les conoce como suelos «dúplex» por el contraste en su textura. En el centro norte de México, se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería de bovinos, ovinos y caprinos. Su rendimiento agrícola depende de la subunidad de Planosol que se trate. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en las capas superficiales. El símbolo para su representación cartográfica es (W).

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

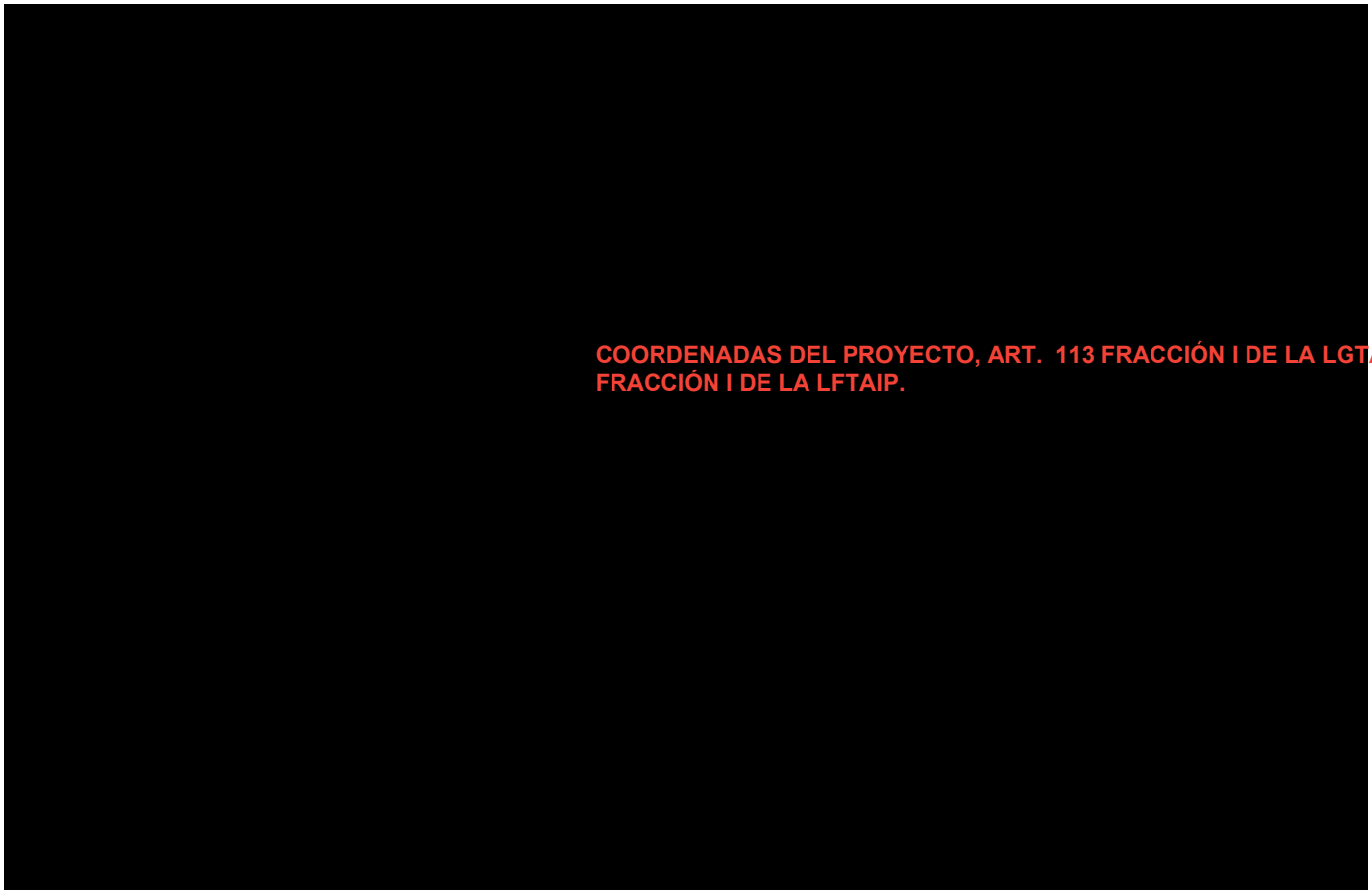


Figura III. 7 Tipo de Edafología en el Área de Estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales Perfiles de Suelos Esc: 1:1000 000

III.2. Aspectos Bióticos.

III.2.1. Flora y Fauna.

FLORA

México es considerado un país con alta riqueza florística; se calcula que existen entre 22,000 y 30,000 especies distintas, lo que lo coloca entre ellos primeros cinco países megadiversos. Además de esta riqueza Rzedowski remarca el hecho de que casi la mitad de esta flora es endémica a nuestro país: se calculan de 9 a 300 especies únicas.

La máxima diversidad de plantas en México se concentra en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz; el estado de Puebla ocupa el lugar número 12 y Tlaxcala ocupa el 31 lugar en diversidad de plantas.

- FLORA DE QUERÉTARO

En el estado de Querétaro se ha determinado la presencia de 6 regiones naturales en 3 regiones fisiográficas, donde se forman diversas microcuencas; climas secos, cálidos húmedos y templados, 10 tipos de suelos, así como la presencia de 9 tipos de vegetación con 9 subdivisiones, 18 diferentes tipos de asociaciones vegetales, de acuerdo con la clasificación de la Comisión Técnica Consultiva para Coeficientes de Agostadero. Sus características son las siguientes:

- Selva baja caducifolia (Monte caliente).
- Bosque caducifolio (Somerial).
- Bosque linearifolio (Bosque de oyamel).
- Pastizal mediano abierto (Zacatal)
- Pastizal mediano arbosufrutescente (Zacatal)
- Matorral alto espinoso (Monte espinoso)
- Matorral inerme parvifolio (Matorral de gobernadora)
- Matorral mediano subinerme (Monte caliente)
- Matorral crasicaule (Nopaleras)

Se registran 7,000 spp. resaltando endémicas y amenazadas, se estima que se conoce un 25% del total. La diversidad genética en especies estudiadas es relativamente alta. Se presentan casos de interacciones biológicas (polinización, parasitismo) y de valor intrínseco de la biodiversidad como servicios ecosistémicos e intercepción de lluvia por la vegetación.

La pérdida de suelo, cobertura vegetal y la presencia de especies invasivas y plagas, aunado a la alta migración de habitantes y a la merma de relación con la naturaleza, representan graves riesgos. Sin embargo, se compiló una serie de experiencias, reflexiones y propuestas de suma importancia por diferentes investigadores y ciudadanos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI e Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED

Figura III. 8 Tipo de Suelo y Vegetación en el Área de Estudio.

Fuente: INEGI, (19/11/2021). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.', escala: 1:250 000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Es importante señalar que, la instalación (en Querétaro, El Marqués y San Juan del Río) incide en su mayoría sobre los usos de suelo agrícola y urbano, por lo cual en general el área de la Instalación carece de una cobertura vegetal natural.

FAUNA

En México se encuentra descritas 5,512 de vertebrados, en los que se encuentran 1,274 especies de fauna en el Estado de Querétaro ocupa el puesto 27 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 1.615 especies: 957 especies de invertebrados y 658 especies de vertebrados (107 especies de mamíferos, 443 de aves, 23 de anfibios, 71 reptiles y 14 de peces).

En esta entidad está representada casi el 40% de la avifauna que habita en México; el 29% de las especies de mamíferos voladores y el 18% de los mamíferos terrestres 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: 22 mamíferos, 18 anfibios, 35 reptiles y 57 aves.

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: mapache, comadreja cola larga, ocelote, ardilla vientre rojo, ardilla de Peter, motocle, coatí norteño, tlacuache sureño, murciélago cola peluda canoso, rata canguro de Merriam, miotis californiano, yaguarundí, musaraña orejillas mínima, temazate rojo, vampiro pata peluda, ratón de abazones sedoso, rata magueyera y tuza de Colima, entre otros.

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

III.3. Susceptibilidad de la Zona.

En la siguiente tabla, se enlistan los fenómenos naturales a los que presenta susceptibilidad el área de estudio.

Tabla III.5. Fenómenos naturales a los que se presenta susceptibilidad.

Fenómenos Naturales	Susceptibilidad
Terremotos (sismicidad)	El área de estudio de la instalación se encuentra asentado (Querétaro) en una zona de media peligrosidad por colocarse dentro de la región sísmica B.
Deslizamientos	En el Municipio de Querétaro se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que zonas sin poblar, debido a que la población no se asienta en las laderas de los cerros que presentan esta problemática. De esta manera, el **RIESGO POR DESLIZAMIENTOS ES BAJO** en el Municipio de Querétaro. Para los municipios de San Juan del Río y El Marqués es **RIESGO ES NULO**.
Derrumbes	En el Municipio de Querétaro se reconocieron varias zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. El **RIESGO POR DERRUMBES ES ALTO** en general para el Municipio de Querétaro Y San Juan del Río. Mientras que para el Municipio de El Marqués el **RIESGO ES BAJO**.
Inestabilidad en las Laderas	En el Municipio de Querétaro se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que zonas sin poblar, debido a que la población no se asienta en las laderas de los cerros que presentan esta problemática. De esta manera, el **RIESGO POR DESLIZAMIENTOS ES BAJO** en el Municipio de Querétaro Mientras que para el Municipio de San Juan del Río y El Marqués **EL RIESGO ES NULO.**
Inundaciones	Para el Municipio de Querétaro el **RIESGO POR INUNDACIÓN ES MUY ALTO**, se estima que aproximadamente 11,500 personas se encuentran en áreas de inundación muy graves. Para el Municipio El Marqués y de San Juan del Río se considerado con un **RANGO BAJO** en vulnerabilidad de inundaciones**.**
Otros efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)	- **Tormenta eléctrica** Municipio de Querétaro: En el municipio de Querétaro se presentan un riesgo medio. Municipio de San Juan del Río y El Marqués: Para los municipios de San Juan del Río y El Marqués presentan riesgos bajo.

III.3.1. Terremotos (Sismos).

Sismicidad

Lo que usualmente experimentamos como un sismo o temblor es la propagación de ondas a través de las rocas que conforman nuestro planeta. Esta propagación es posible debido a que la tierra se comporta como un cuerpo elástico. Actualmente sabemos que los terremotos ocurren por el rompimiento abrupto de las rocas como consecuencia de los esfuerzos a que están sujetas. Estos rompimientos ocurren a lo largo de superficies en las cuales las rocas se deslizan unas con respecto a otras; tales superficies se conocen como fallas geológicas. La sismicidad en el territorio nacional se debe principalmente a la actividad de las placas tectónicas y fallas geológicas que lo cruzan y lo circundan. El territorio mexicano se encuentra ubicado en una de las zonas de más alta sismicidad en el mundo; esto se debe a su localización en una región donde interactúan cinco importantes placas tectónicas, a saber: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera.

Entre las placas del Pacífico y de Norteamérica se produce un fenómeno de deslizamiento lateral de sus fronteras (falla de San Andrés), el que acumula gradualmente energía elástica, y cuando dicha energía rebasa la resistencia de las rocas, se produce un sismo. Por otro lado, entre las placas de Norteamérica y la de Cocos se da un fenómeno de choque o subducción, en el cual la placa de Cocos se desliza por debajo de la de Norteamérica. Este tipo de movimiento produce esfuerzos en las rocas de ambas placas, con la subsecuente ruptura y descarga súbita de energía en forma de sismos.

Existe también un gran número de fallas regionales y locales de diversas longitudes con distintos grados de actividad sísmica, distribuidas en todo el territorio nacional. Entre éstas pueden mencionarse, el sistema de fallas en el área de Acambay, en el centro del país, y el sistema de fallas de Polochic-Motagua, Chiapas, en el sur de la República.

Regiones Sísmicas en México.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo, las cuales se describen a continuación:

- **Zona A.-** Es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- **Zonas B y C.-** Son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- **Zona D.-** Es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Querétaro

La vulnerabilidad sísmica es una expresión que relaciona las consecuencias probables de un sismo sobre una construcción, una obra de ingeniería, o un conjunto de bienes o sistemas expuestos.

Para la evaluación de la vulnerabilidad se tomó en cuenta la clasificación propuesta por CENAPRED, en cuanto al riesgo, se evalúo a partir de la vulnerabilidad y de las zonas sísmicas del Manual de Obras Civiles de la CFE (1993), en el que se encuentra el Estado de Querétaro en la **Zona "B"**.

Susceptibilidad en el área de estudio

Considerando la zonificación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el área de estudio se encuentra asentado en una zona de media peligrosidad por colocarse dentro de la región **sísmica B**, ya que dicha categoría lo presenta el Estado de Querétaro en el que se encuentra dicha área, la cual se caracteriza por presentarse en zonas intermedias donde se registran sismos no tan frecuentemente, aunque son afectados por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.

Fuente: Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE 2015).

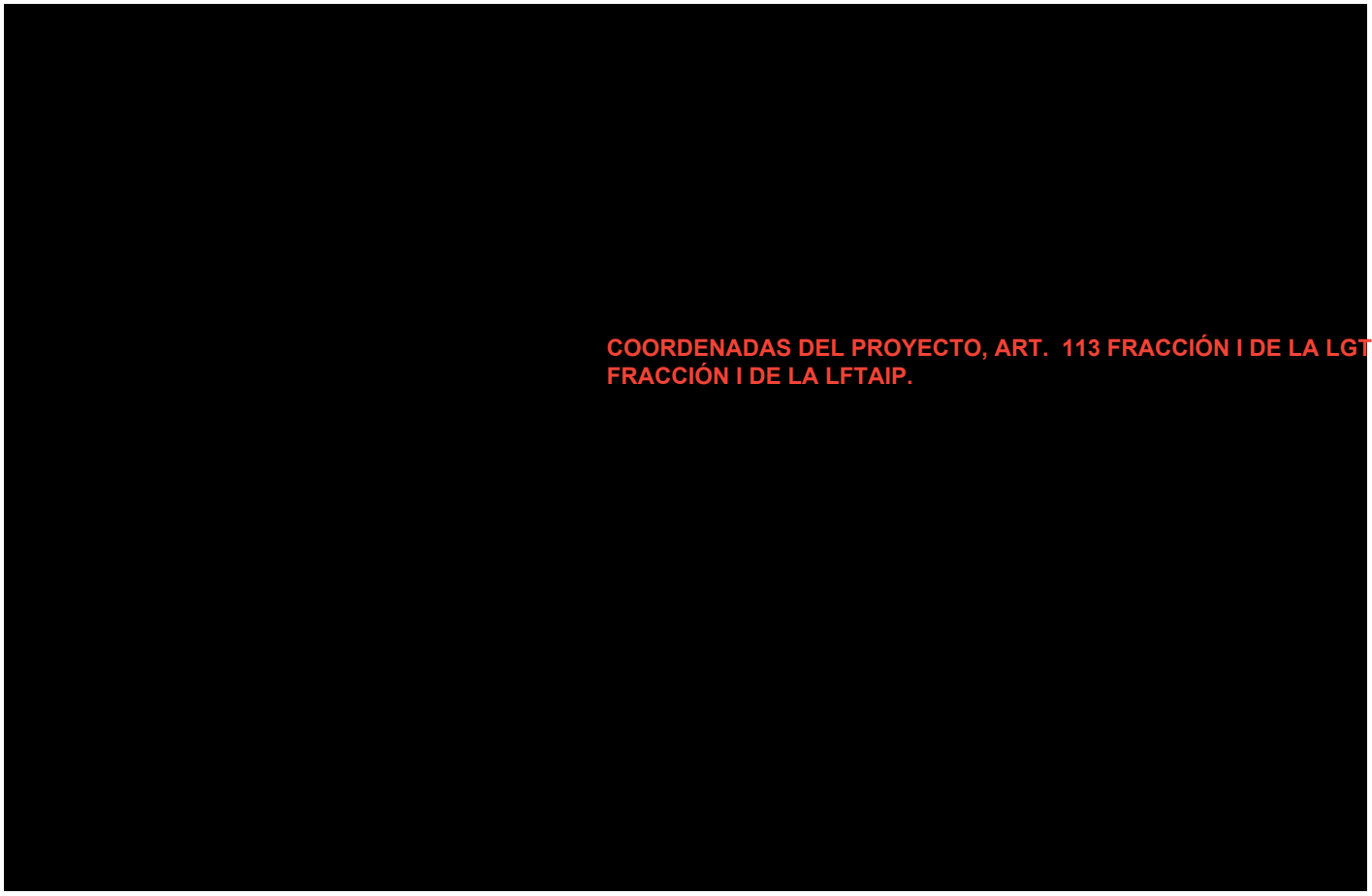


Figura III. 9 Tipo de Sismicidad en el Área de Estudio.

III.3.2. Corrimientos de tierra o Inestabilidad de Laderas.

Los Deslizamientos, también conocidos como procesos de inestabilidad de laderas, son movimientos relativamente rápidos del talud en los cuales la masa de la roca se mueve a través de una o más superficies bien definidas y que definen la geometría del deslizamiento. Existen los siguientes tipos y subtipos:

- Deslizamiento Rotacional: la falla se presenta por corte a través de una superficie de falla curva. Se presenta en rocas con fracturamiento denso y aleatorio y/o muy alteradas.
- Deslizamiento traslacional: la falla se presenta por corte a través de una superficie relativamente plana. Por los rasgos estructurales que afectan a las rocas conviene hacer una sub-clasificación de este tipo de deslizamientos):
    - Deslizamiento plano de roca: son movimientos traslacionales de masas monolíticas de roca que se presentan en superficies planas formadas por discontinuidades que pueden estar rellenas de material arcilloso.
    - Deslizamientos en cuña: se refiere a la falla que se presenta en masas rocosas en las cuales el deslizamiento se desarrolla sobre la línea de intersección de dos discontinuidades planas.

Querétaro

En el Municipio de Querétaro se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que zonas sin poblar, debido a que la población no se asienta en las laderas de los cerros que presentan esta problemática.

De esta manera, el **RIESGO POR DESLIZAMIENTOS ES BAJO** en el Municipio de Querétaro, debido a la carencia de población expuesta.

El Marqués

Por la zona donde se encuentra el Municipio de El Marqués no es considerado como zona de riesgo para inestabilidad de Laderas ya que no se detectaron deslizamiento en esta área.

San Juan del Río.

El municipio de San Juan del Río no presenta riesgo de deslizamiento debido a que el municipio se presenta los siguientes grados de pendientes 0.77°, 2.58°, 4.91°, 7.50°, 10.86°, 16.29°, 25.61°, 43.46° y 66.22°. El riesgo por deslizamiento se presenta cuando la pendiente es mayor a 16°, el peligro de estas zonas aumenta durante la temporada de lluvias, ya que las fuertes lluvias que traen consigo fuertes corrientes de agua provocan deslizamientos de tierra y material, sin embargo, el municipio cuenta con pocas áreas que se encuentren con este grado de pendientes, ninguna localidad o colonia se encuentra asentada en pendientes mayores a 16°, por lo que el peligro para este tipo de fenómeno es **NULO**.

Susceptibilidad en el área de estudio

Se verificó el Atlas de Riesgo Municipio De San Juan Del Río, Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de el Marqués, y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro, resaltando que, para este tipo de susceptibilidad de inestabilidad de laderas para el área de estudio, en el que presenta una zonificación de susceptibilidad **NULO.**

Fuente: Atlas de Peligros Municipio De San Juan Del Río, Querétaro (2012), Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués (2011), y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro (2015)

III.3.3. Derrumbamientos o Hundimientos.

Los derrumbes son técnicamente conocidos por dos procesos llamados volteos y derrumbes, los cuales se explican brevemente a continuación.

- Volteos. Este tipo de falla ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base del mismo. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de falla es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales.
    - Volteo con flexión: Se presenta cuando un sistema de discontinuidades orientado su verticalmente y con echado en contra del talud, delimita capas o columnas semicontinuas, donde la fuerza del peso induce un momento y los bloques tienden a flexionarse. Este mecanismo de falla puede ser inducido por erosión o excavaciones y alteraciones en la geometría del pie de un talud.
    - Volteo de Bloques: Este mecanismo de falla ocurre cuando se trata de bloques singulares que son divididos por discontinuidades muy espaciadas y con gran apertura.
- Caídos: son movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaños y geometría variable, con fuerte pendiente de acantilados y son fuertemente influenciados por factores como la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre. La separación y generación de bloques se produce a lo largo de una serie de discontinuidades.
    - Caída Primaria o desprendimiento: Involucra material fresco que se ha separado del talud.
    - Caída Secundaria o rodamiento: Involucra material disgregado que ha quedado como un residuo del primario; es decir, material que se volverá a mover para depositarse en otros sitios.
- Movimientos Complejos: se refiere a la combinación de dos o más mecanismos de falla, identificados a lo largo del frente de un talud.

Hundimientos

Un hundimiento de tierra es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido momero descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes. Se diferencia del término por sus escalas temporal y espacial mucho más reducida. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad. Entre las causas principales de los hundimientos de tierra se pueden citar a la disolución de la piedra caliza, que es el carbonato de calcio, por la acción del agua subterránea.

Querétaro

- Derrumbes
  En el Municipio de Querétaro se reconocieron varias zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos. De esta manera, el **RIESGO POR DERRUMBES ES ALTO** en general para el Municipio de Querétaro, debido a la presencia de población expuesta.

- Hundimientos

  En el Municipio de Querétaro se observaron agrietamientos y sus procesos de hundimientos asociados que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, aunque abarcan zonas relativamente pequeñas de la zona urbana, su alcance es mayúsculo en términos de población afectada y afectación económica al equipamiento urbano. De esta manera, el **RIESGO POR AGRIETAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS ES ALTO** en el Municipio de Querétaro a pesar de que la población expuesta es relativamente poca.

San Juan del Río

- Derrumbes

  Actualmente el Municipio de San Juan del Río presenta tres zonas con peligro de derrumbe, las cuales se encuentra muy cerca de la central camionera de la ciudad de San Juan del Río, a continuación, se describirá dicho fenómeno.

  - El peligro por derrumbe determinado por el número 22016_DR01 se encuentra muy cerca de la central de autobuses del municipio en el cual se encuentran en **ALTO RIESGO** 17 predios que se encuentran muy cerca del peligro, al igual que presenta un porcentaje de pendiente de 71.13% y 71.96%.
  - El peligro por derrumbe determinado por el número 22016_DR02 se encuentra a igual que el derrumbe anterior, muy cerca de la central de autobuses del municipio en el cual se encuentran en **ALTO RIESGO** 13 predios y 6 más con un riesgo medio que se encuentran muy cerca del peligro, al igual que presenta un porcentaje de pendiente de 71.13% y 71.96%.
  - El peligro por derrumbe determinado por el número 22016_DR03 se encuentra a igual que el derrumbe anterior, muy cerca de la central de autobuses del municipio en el cual se encuentran en **ALTO RIESGO** 21 predios y 8 más con un riesgo medio que se encuentran muy cerca del peligro, al igual que presenta un porcentaje de pendiente de 71.13%, 71.96% y 72.92%.

  Por lo anterior el municipio de San Juan del Río se encuentra en **RIESGO ALTO** por Derrumbe.

- Hundimientos

  El Municipio de San Juan del Río por se encuentra en una zona donde **NO SE PRESENTAN** hundimientos.

El Marqués

- Derrumbes

  Actualmente el Municipio de El Marqués se está llevando a cabo la ampliación a cuatro carriles de la Carretera a la Cañada, motivo por el cual podrían presentarse algunos derrumbes, por lo que cabe mencionar que estos derrumbes en caso de haberlos no estarían considerados como derrumbes naturales. El municipio se encuentra considerado con **RIESGO BAJO** de derrumbe.

  - Hundimientos

  El Municipio de El Marqués por la zona en la que se encuentra es una zona donde **NO PRESENTA HUNDIMIENTOS**.

Susceptibilidad en el área de estudio

Se verifico el Atlas de Riesgo Municipio De San Juan Del Río, Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués, y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro, resaltando que, para Derrumbes para El Marqués tiene **RIESGO BAJO O NULO**, sin embargo, para el Municipio de Querétaro y San Juan del Río tienen **RIESGO ALTO**.

En cuando a hundimientos el municipio de San Juan del Río y El Marqués no presentan zonas afectadas por hundimientos, sin embargo, el municipio de Querétaro tiene **RIEGO ALTO**.

Fuente: Atlas de Peligros Municipio De San Juan Del Río, Querétaro (2012), Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués (2011), y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro (2015)

III.3.4. Inundaciones.

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de arroyos, ríos o represas, o bien de escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Querétaro

Para el Municipio de Querétaro el **RIESGO POR INUNDACIÓN ES MUY ALTO**, se estima que aproximadamente 11,500 personas se encuentran en áreas de inundación muy graves.

El Marqués

Para el Municipio El Marqués se considerado con un **RANGO BAJO** en vulnerabilidad de inundaciones**.**

San Juan del Río

El Municipio de San Juan del Río es considerado con un **RANGO BAJO** en vulnerabilidad de inundaciones.

Vulnerabilidad en el área de estudio

Se verifico el Atlas de Riesgo Municipio De San Juan Del Río, Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués, y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro, resaltando que, para Inundaciones el municipio de San Juan del Río y El Marqués tiene **RIESGO BAJO O NULO**, sin embargo, para el Municipio de Querétaro tienen **RIESGO ALTO**.

Fuente: Atlas de Peligros Municipio De San Juan Del Río, Querétaro (2012), Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués (2011), y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro (2015)

III.3.6. Otros efectos meteorológicos adversos.

Tormentas Eléctricas

Las tormentas eléctricas son descargas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas tipo cumulonimbos y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Generalmente son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Querétaro

La vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en el Municipio de Querétaro es en general, de baja a muy baja debido a que la reglamentación de construcción local, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008 exige que haya un sistema de pararrayos en todas las edificaciones importantes, tales como fábricas con sustancias flameables y hospitales. Estos instrumentos impiden que se afecten a las construcciones cercanas. No obstante, hay zonas donde la expansión urbana, especialmente en áreas de estratos sociales bajos, la reglamentación no ha sido debidamente aplicada, por lo que, en dichas áreas, la vulnerabilidad puede llegar a ser muy alta. Por otro lado, considerando la densidad de rayos a tierra (DTR) y la frecuencia de tormentas eléctricas al año, se determinó que, en el Municipio de Querétaro, **EL RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS ES MEDIO.**

San Juan del Río

Para el Municipio de San Juan del Río se considera con **RIESGO BAJO** por Tormentas eléctricas ya que no se han reportado daños en el Municipio.

El Marqués

Para el Municipio El Marqués se considera con **RIESGO BAJO** por Tormentas eléctricas ya que no se han reportado daños en el Municipio.

Riesgo de tormenta eléctrica en el área de estudio

Se verifico el Atlas de Riesgo Municipio De San Juan Del Río, Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués, y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro, resaltando que, para Tormenta Eléctrica el municipio de San Juan del Río y El Marqués tiene **RIESGO BAJO O NULO**, sin embargo, para el Municipio de Querétaro tienen **RIESGO MEDIO**.

Fuente: Atlas de Peligros Municipio De San Juan Del Río, Querétaro (2012), Atlas de Peligros Naturales y Riesgos Municipio de El Marqués (2011), y Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro (2015)

III.4. Zonas vulnerables, componentes ambientales, infraestructura y usos de suelo.

III.4.1. Zonas Vulnerables de Población.

En cuanto a zonas vulnerables de Población para el área de estudio de la Instalación, se identificó que para el área de 800 mts que se designó para el análisis, inciden 74 localidades en el Estado de Querétaro y sus 3 municipios de influencia (**Ver Tabla III.6 y Figura III.10**). Aunque se tiene un gran número de localidades en los municipios de incidencia, la mayor parte del Ducto se ubica en zonas destinadas a la agricultura, por lo que en la mayoría de su longitud no se presenta como un peligro para estas localidades. Además, en la **Tabla III.7 y en la Figura III.10** se describen **las Zonas Vulnerables** presentes en el Área de Estudio, que son de tipo: zona educativa, centro de salud, comercio por mayoreo, servicio de alojamiento, servicio de alimentos, industria manufacturera, minería, plantas eléctricas y de agua.

Tabla III.6. Localidades vulnerables en el Área de Estudio.

N°	Estado	Municipio	Localidad	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/ SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
							X	Y
1	Querétaro	Corregidora	Rancho San Juanico	Oeste	490 m	proximidad	[redacted]	
2	Querétaro	Corregidora	Familia Romero Olvera	Oeste	240	proximidad		
3	Querétaro	Corregidora	Parcela 127 Ejido del Pueblito	Oeste	665 m	proximidad		
4	Querétaro	Corregidora	Parcela 4 Ejido Modelo	Oeste	420 m	proximidad		
5	Querétaro	El Marqués	El Conejo [Rancho]	Este	16 m	proximidad		
6	Querétaro	El Marqués	Zakia [Fraccionamiento]	Sur	20 m	proximidad		
7	Querétaro	El Marqués	La Grande Chevre	Sureste	250 m	proximidad		
8	Querétaro	El Marqués	Herminio Correa [Granja]	Norte	430 m	proximidad		
9	Querétaro	El Marqués	La Laborcilla	Sureste	644 m	proximidad		
10	Querétaro	El Marqués	El Calero	Noroeste	230 m	proximidad		
11	Querétaro	El Marqués	El Pozo	Este	360 m	proximidad		
12	Querétaro	El Marqués	Rinconada del Pedregal	Sur	460 m	proximidad		
13	Querétaro	El Marqués	El Mirador	Oeste	240 m	proximidad		
14	Querétaro	El Marqués	Fraccionamiento del Parque Residencial	Suroeste	163 m	proximidad		
15	Querétaro	El Marqués	Zibatá [Fraccionamiento]	Sur	14 m	proximidad		

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

N°	Estado	Municipio	Localidad	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/ SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
							X	Y
16	Querétaro	El Marqués	Zen [Fraccionamiento]	Norte	64 m	proximidad	[redacted]	
17	Querétaro	El Marqués	Lucepolis [Fraccionamiento]	Oeste	26 m	proximidad		
18	Querétaro	El Marqués	Rimachi [Residencial]	Norte	490 m	proximidad		
19	Querétaro	El Marqués	Zen Life [Residencial]	Norte	160 m	proximidad		
20	Querétaro	El Marqués	Terra Business [Parque Industrial]	Sur	355 m	proximidad		
21	Querétaro	El Marqués	Monte Miranda [Fraccionamiento]	Sur	112 m	proximidad		
22	Querétaro	El Marqués	Rancho la Dinastía	Sur	407 m	proximidad		
23	Querétaro	Querétaro	La Purísima	Sureste	575 m	proximidad		
24	Querétaro	Querétaro	El Refugio	Oeste	140 m	proximidad		
25	Querétaro	Querétaro	Rancho el Rincón	Este	30 m	proximidad		
26	Querétaro	Querétaro	Ex-Hacienda San Pedrito el Alto	Sureste	20 m	proximidad		
27	Querétaro	Querétaro	Ejido Bolaños	Suroeste	611 m	proximidad		
28	Querétaro	Querétaro	La Esperanza	Oeste	670 ,m	proximidad		
29	Querétaro	Querétaro	Nuevo Horizonte	Sur	530 m	proximidad		
30	Querétaro	Querétaro	Zona Entrada a Tlacote	Noroeste	780 m	proximidad		
31	Querétaro	Querétaro	Ampliación Sur del Salitre	Este	150 m	proximidad		
32	Querétaro	Querétaro	San José de los Perales	Este	714 m	proximidad		
33	Querétaro	Querétaro	Los Ortiz	Oeste	640 m	proximidad		
34	Querétaro	Querétaro	Palpa [Granja]	Sureste	600 m	proximidad		
35	Querétaro	Querétaro	Paraje la Huerta Jurica	Noroeste	70 m	proximidad		
36	Querétaro	Querétaro	El Huizachal (El Calero)	Oeste	235 m	proximidad		
37	Querétaro	Querétaro	El Refugio [Fraccionamiento]	Oeste	225 m	proximidad		
38	Querétaro	Querétaro	La Vista [Residencial]	Sureste	300 m	proximidad		
39	Querétaro	Querétaro	El Ranchito	Noroeste	580 m	proximidad		
40	Querétaro	Querétaro	San Jerónimo [Fraccionamiento]	Norte	82 m	proximidad		

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

N°	Estado	Municipio	Localidad	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/ SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
							X	Y
41	Querétaro	Querétaro	Al Oriente de Terminal de Autobuses	Este	800 m	proximidad	[redacted]	
42	Querétaro	Querétaro	Q [Parque Industrial]	Norte	240 m	proximidad		
43	Querétaro	Querétaro	Sotavento [Conjunto Industrial]	Este	55 m	proximidad		
44	Querétaro	Querétaro	Novatec Business Park [Parque Industrial]	Sur	335 m	proximidad		
45	Querétaro	Querétaro	Santiago de Querétaro	Oeste	525 m	proximidad		
46	Querétaro	San Juan del Río	Cuarto Centenario	Noreste	18 m	proximidad		
47	Querétaro	San Juan del Río	Palma de Romero	Suroeste	35 m	proximidad		
48	Querétaro	San Juan del Río	Palmillas	Oeste	330 m	proximidad		
49	Querétaro	San Juan del Río	San Francisco	Suroeste	660 m	proximidad		
50	Querétaro	San Juan del Río	Buenavista Palma de Romero	Suroeste	405 m	proximidad		
51	Querétaro	San Juan del Río	El Potosino	Este	390 m	proximidad		
52	Querétaro	San Juan del Río	Centro de Readaptación Social	Noroeste	400 m	proximidad		
53	Querétaro	San Juan del Río	Ex-Hacienda Santa Cruz	Este	560 m	proximidad		
54	Querétaro	San Juan del Río	Milpa la Joya	Este	74 m	proximidad		
55	Querétaro	San Juan del Río	Tilas	Este	753 m	proximidad		
56	Querétaro	San Juan del Río	La Nueva Esperanza	Noreste	470 m	proximidad		
57	Querétaro	San Juan del Río	Villas de San José	Noreste	530 m	proximidad		
58	Querétaro	San Juan del Río	La Noria	Oeste	323 m	proximidad		

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

N°	Estado	Municipio	Localidad	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/ SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
							X	Y
59	Querétaro	San Juan del Río	Pueblo Quieto	Noroeste	630	proximidad	[redacted]	
60	Querétaro	San Juan del Río	Juárez [Familia]	Sureste	128 m	proximidad		
61	Querétaro	San Juan del Río	Ninguno	Noroeste	56 m	proximidad		
62	Querétaro	San Juan del Río	Kilómetro 7.5	Sur	340 m	proximidad		
63	Querétaro	San Juan del Río	Insurgentes	Norte	73 m	proximidad		
64	Querétaro	San Juan del Río	Jardines de Visthá 3ra. Sección	Noroeste	645 m	proximidad		
65	Querétaro	San Juan del Río	Cipreses [Fraccionamiento]	Sur	486 m	proximidad		
66	Querétaro	San Juan del Río	Puertas del Sol [Rancho]	Sur	730 m	proximidad		
67	Querétaro	San Juan del Río	El Refugio [Granja]	Sur	194 m	proximidad		
68	Querétaro	San Juan del Río	Fruit of the Loom [Industria]	Sur	50 m	proximidad		
69	Querétaro	San Juan del Río	Omya México [Industria]	Norte	73 m	proximidad		
70	Querétaro	San Juan del Río	Centro Expositor	Sur	31 m	proximidad		

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

Fuente: INEGI, (09/2019). 'Localidades de la República Mexicana, 2019', escala: 1:250000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Tabla III.7. Incidencia de Instalaciones con la Trayectoria de la Instalación.

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
1	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Oeste	35	proximidad	[redacted]	
2	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Norte	800	proximidad		
3	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Este	800	proximidad		
4	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Norte	593	proximidad		
5	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sur	545	proximidad		
6	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Este	800	proximidad		
7	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sur	790	proximidad		
8	San Juan del Río	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Este	20	proximidad		
9	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Norte	45	proximidad		
10	San Juan del Río	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Noroeste	142	proximidad		
11	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Oeste	141	proximidad		
12	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Oeste	125	proximidad		
13	San Juan del Río	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sur	16	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
14	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Norte	40	proximidad	[redacted]	
15	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Norte	43	proximidad		
16	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sur	247	proximidad		
17	San Juan del Río	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sureste	31	proximidad		
18	San Juan del Río	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Sureste	800	proximidad		
19	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Norte	800	proximidad		
20	San Juan del Río	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Sur	800	proximidad		
21	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Este	727	proximidad		
22	San Juan del Río	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Norte	28	proximidad		
23	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Oeste	800	proximidad		
24	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P.	Oeste	416	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
		en cilindros y para tanques estacionarios				[redacted]	
25	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Oeste	800	proximidad		
26	San Juan del Río	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Oeste	85	proximidad		
27	Querétaro	Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Oeste	800	proximidad		
28	Querétaro	Suministro de gas natural por ductos al consumidor final	Norte	800	proximidad		
29	Querétaro	Comercio al por menor de gasolina y Diesel	Oeste	35	proximidad		
30	Querétaro	Templo Religioso	este	126	proximidad		
31	Querétaro	Templo Religioso	sur	643	proximidad		
32	Querétaro	Templo Religioso	sur	381	proximidad		
33	Querétaro	Templo Religioso	este	28	proximidad		
34	Querétaro	Templo Religioso	oeste	300	proximidad		
35	Querétaro	Templo Religioso	sur	429	proximidad		
36	Querétaro	Templo Religioso	este	22	proximidad		
37	Querétaro	Templo Religioso	suroeste	15	proximidad		
38	san juan del Río	Templo Religioso	noroeste	542	proximidad		
38	San Juan del Río	Hospitales generales del sector público	Noroeste	45	proximidad		
39	San Juan del Río	Servicios de ambulancias	Norte	512	proximidad		
40	San Juan del Río	Hospitales del sector privado de otras	Oeste	800	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
		especialidades médicas				[redacted]	
41	San Juan del Río	Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector privado	Norte	800	proximidad		
42	San Juan del Río	Hospitales del sector privado de otras especialidades médicas	Norte	800	proximidad		
43	Querétaro	Hospitales del sector privado de otras especialidades médicas	Oeste	336	proximidad		
44	Querétaro	Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector privado	Oeste	67	proximidad		
45	Querétaro	Consultorios dentales del sector privado	Norte	34	proximidad		
46	Querétaro	Servicios de ambulancias	Oeste	663	proximidad		
47	Querétaro	Hospitales del sector público de otras especialidades médicas	Sur	37	proximidad		
48	Querétaro	Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector público	Sur	76	proximidad		
49	Querétaro	Hospitales generales del sector público	Noreste	94	proximidad		
50	Querétaro	Hospitales generales del sector público	Noreste	139	proximidad		
51	Querétaro	Servicios de ambulancias	Este	514	proximidad		
52	Querétaro	Consultorios dentales del sector privado	Sureste	32	proximidad		
53	Querétaro	Clínicas de consultorios	Oeste	116	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
		médicos del sector público					
54	Querétaro	Consultorios de medicina general del sector privado	Oeste	22	proximidad		
55	Querétaro	Clínicas de consultorios médicos del sector privado	Oeste	800	proximidad		
56	Querétaro	Hospitales generales del sector público	Este	783	proximidad		
57	Querétaro	Consultorios dentales del sector privado	Suroeste	598	proximidad		
58	Querétaro	Hospitales del sector privado de otras especialidades médicas	Suroeste	320	proximidad		
59	Querétaro	Hospitales generales del sector privado	Suroeste	702	proximidad		
60	Querétaro	Consultorios de medicina especializada del sector privado	Este	15	proximidad		
61	Querétaro	Consultorios de psicólogas del sector público	Sur	800	proximidad		
62	Querétaro	Consultorios de medicina general del sector público	Sureste	800	proximidad		
63	Querétaro	Consultorios de medicina general del sector privado	Norte	1.6	proximidad		
64	Querétaro	Hospitales generales del sector privado	Norte	411	proximidad		
65	Querétaro	Hospitales generales del sector privado	Sur	353	proximidad		
66	Querétaro	Clínicas de consultorios médicos del sector público	Sur	564	proximidad		

[redacted]

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
67	Querétaro	Clínicas de consultorios médicos del sector público	Sur	343	proximidad	[redacted]	
68	Querétaro	Hospitales generales del sector público	Sur	559	proximidad		
69	Querétaro	Clínicas de consultorios médicos del sector público	Sur	519	proximidad		
70	Querétaro	Hospitales generales del sector privado	Suroeste	540	proximidad		
71	Querétaro	Otros servicios de orientación y trabajo social prestados por el sector público	Este	81	proximidad		
72	Querétaro	Clínicas de consultorios médicos del sector público	Este	800	proximidad		
73	El Marqués	Hospitales generales del sector público	Sureste	188	proximidad		
74	Querétaro	Servicios de orientación n y trabajo social para la niñez y la juventud prestados por el sector público	Sur	68	proximidad		
75	Querétaro	Consultorios de medicina general del sector público	Oeste	0.14	proximidad		
76	San Juan del Río	Instituto Tecnológico De San Juan Del Río	Oeste	555	proximidad		
77	San Juan del Río	Centro De Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 145 Venustiano Carranza	Oeste	790	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
78	San Juan del Río	Escuela Secundaria General Jesús Reyes Heroles	Sur	383	proximidad	[redacted]	
79	San Juan del Río	Campus San Juan Del Río	Noreste	770	proximidad		
80	San Juan del Río	Escuela Normal Del Estado Andrés Balvanera Unidad San Juan Del Río	Sur	173	proximidad		
81	San Juan del Río	Secundaria Técnica Núm. 11 José Vasconcelos	Norte	11	proximidad		
82	San Juan del Río	Instituto Plancarte De San Juan Del Río Ac	Noroeste	590	proximidad		
83	San Juan del Río	Escuela Colegio De Educación Profesional Técnica Del Estado De Querétaro	Norte	1.32	proximidad		
84	Querétaro	Secundaria Técnica Constituyentes De Querétaro	Este	500	proximidad		
85	Querétaro	Centro De Investigación En Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Querétaro	Noroeste	122	proximidad		
86	Querétaro	Colegio México Nuevo	Noroeste	285	proximidad		
87	Querétaro	Universidad Autónoma De Querétaro	Noroeste	722	proximidad		
88	Querétaro	Universidad Nacional De Estudios Avanzados Campus Querétaro	Noreste	79	proximidad		
89	Querétaro	Instituto Plancarte De Querétaro Ac	Sur	750	proximidad		
90	Querétaro	Internacional House Querétaro	Oeste	422	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
91	Querétaro	Colegio Finlandés	Oeste	400	proximidad	[redacted]	
92	Querétaro	UCEM Querétaro	Sureste	540	proximidad		
93	Querétaro	UCO Preparatoria Contemporánea	Suroeste	350	proximidad		
94	Querétaro	Escuela Secundaria General Numero 3 Primero De septiembre De 1982	Este	450	proximidad		
95	Querétaro	Colegio Fray Luis De León	Sur	2.46	proximidad		
96	Querétaro	Colegio De Bachilleres	Este	570	proximidad		
97	Querétaro	Colegio Reina Elizabeth	Este	164	proximidad		
98	Querétaro	Colegio Washington Ac	Sur	380	proximidad		
99	Querétaro	Universidad Cuauhtémoc Plantel Querétaro	Norte	50	proximidad		
100	Querétaro	Secundaria General N 1 Constitución De 1017	Noroeste	729	proximidad		
101	Querétaro	Rectoría Centro Universitario	Este	370	proximidad		
102	Querétaro	Cetís 105 Ignacio Pérez	Sur	790	proximidad		
103	Querétaro	Colegio Anglo Mexicano	Noreste	79	proximidad		
104	Querétaro	Instituto Asunci6n De Querétaro	Sureste	187	proximidad		
105	Querétaro	Universidad Del Valle De Atemajac Unival Querétaro	Sur	8	proximidad		
106	Querétaro	Instituto La Paz De Querétaro Ac	Oeste	167	proximidad		
107	Querétaro	Instituto Queretano San Javier Secundaria Y Preparatoria	Oeste	430	proximidad		
108	Querétaro	Instituto Queretano Primaria	Sur	760	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
109	Querétaro	Universidad Marista De Querétaro	Sur	555	proximidad	[redacted]	
110	Querétaro	Secundaria General N2 Mariano Escobedo	Sur	12	proximidad		
111	Querétaro	Escuela Secundaria Daniel Ortiz Esquivel	Oeste	418	proximidad		
112	Querétaro	Secundaria General Ricardo Flores Magón	Oeste	400	proximidad		
113	Querétaro	Instituto Tecnológico Y De Estudios Superiores De Monterrey Campus Querétaro	Sur	424	proximidad		
114	Querétaro	Universidad Central De Querétaro SC	Sureste	540	proximidad		
115	Querétaro	Instituto Cumbres y Alpes De Querétaro	Noroeste	266	proximidad		
116	Querétaro	Instituto Thomas Jefferson Campus Querétaro	Noroeste	485	proximidad		
117	Querétaro	Colegio Álamos	Sureste	265	proximidad		
118	Querétaro	Escuelas De Educación Secundaria Técnica del Sector Público	Suroeste	350	proximidad		
119	Querétaro	Colegio Marcelina	Suroeste	100	proximidad		
120	Querétaro	Centro Educativo Mariana Sala Iap	Este	500	proximidad		
121	Querétaro	Universidad Autónoma De Durango Campus Querétaro	Sur	2.40	proximidad		
122	Querétaro	Escuela Secundaria Técnica 37 Octavio Paz	Este	570	proximidad		
123	Querétaro	Colegio Wexford	Este	164	proximidad		
124	Querétaro	Colegio Arte Cultura y Espíritu	Oeste	290	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
125	Querétaro	Escuela Secundaria General Las Américas	Sur	458	proximidad	[redacted]	
126	Querétaro	Universidad Pedagógica Nacional	Sur	300	proximidad		
127	Querétaro	Plantel Norte	Sur	227	proximidad		
128	Querétaro	Cetís N 16	Sur	5	proximidad		
129	Querétaro	Colegio Helen Parkhurts	Norte	57	proximidad		
130	Querétaro	Colegio Helen Parkhurts Primaria	Noroeste	90	proximidad		
131	Querétaro	Plantel 13 Epigmenio González	Este	15	proximidad		
132	Querétaro	Colegio De Bachilleres Del Estado De Querétaro	Oeste	106	proximidad		
133	Querétaro	Escuela Secundaria General Árqueles Vela	Sur	8	proximidad		
134	Querétaro	Instituto Preuniversitario Motolinía DE Lean	Sur	60	proximidad		
135	Querétaro	Escuela Secundaria General Epigmenio González	Sureste	30	proximidad		
136	Querétaro	Universidad Tecnológica De Querétaro	Norte	66	proximidad		
137	Querétaro	Colegio De Bachilleres Del Estado De Querétaro Plantel 22	Sureste	30	proximidad		
138	Querétaro	Universidad Tecnológica De Querétaro	Oeste	333	proximidad		
139	Querétaro	Escuela John F Kennedy Ac	Suroeste	600	proximidad		
140	Querétaro	Instituto San Juan Pablo II	Este	111	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
141	Querétaro	Establecimiento Comercial Bodega Aurrera	Sureste	179	proximidad	[redacted]	
142	Querétaro	Establecimiento Comercial WALMART	Suroeste	233	proximidad		
143	Querétaro	Establecimiento Comercial SUPERAMA	Noreste	787	proximidad		
144	Querétaro	Establecimiento Comercial PLAZA NAUTICA	Norte	800	proximidad		
145	Querétaro	Establecimiento Comercial WALMART	Noreste	150	proximidad		
146	Querétaro	Establecimiento Comercial SAMS	Oeste	140	proximidad		
147	Querétaro	Establecimiento Comercial LIVERPOOL	Este	185	proximidad		
148	Querétaro	Establecimiento Comercial PALACIO DE HIERRO	Oeste	50	proximidad		
149	Querétaro	Establecimiento Comercial SORIANA	Norte	47	proximidad		
150	Querétaro	Establecimiento Comercial HOME DEPOT, COPPEL	Suroeste	694	proximidad		
151	Querétaro	Establecimiento Comercial SAMS	Oeste	415	proximidad		
152	Querétaro	Establecimiento Comercial WALMART	Oeste	113	proximidad		
153	Querétaro	Establecimiento Comercial COSTCO	Oeste	120	proximidad		
154	Querétaro	CENTRO COMERCIAL	Este	107	proximidad		
155	Querétaro	CENTRO COMERCIAL QUINTANA	Noroeste	195	proximidad		
156	Querétaro	Establecimiento Comercial SANBORNS	Sur	476	proximidad		

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

No.	Municipio de la Zona vulnerable	Nombre de la Instalación	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Coordenadas Geográficas (Grados decimales)	
						X	Y
157	Querétaro	CENTRAL DE ABASTO	Sur	129	proximidad	[redacted]	
158	Querétaro	Establecimiento Comercial SOSRIANA	Suroeste	137	proximidad		
159	Querétaro	Establecimiento Comercial BODEGA AURERA	Suroeste	711	proximidad		
160	Querétaro	Establecimiento Comercial CHEDDRAURI	Oeste	668	proximidad		
161	Querétaro	Establecimiento Comercial PASEO	Sureste	207	proximidad		
162	Querétaro	Establecimiento Comercial CENTRO COMERCIAL	Sur	54	proximidad		
163	Querétaro	Establecimiento Comercial CENTROS COMERCIALES	Oeste	39	proximidad		
164	Querétaro	Establecimiento Comercial GALERIAS	Sur	90	proximidad		
165	Querétaro	Establecimiento Comercial CENTROS COMERCIALES	Suroeste	143	proximidad		
166	Querétaro	Establecimiento Comercial WALMART	Sur	43	proximidad		
167	San Juan del Río	Establecimiento Comercial WALMART	Oeste	305	proximidad		
168	San Juan del Río	CENTROS COMERCIALES	Suroeste	760	proximidad		
169	San Juan del Río	E COMERCIAL	Suroeste	800	proximidad		
170	San Juan del Río	E COMERCIAL	Suroeste	800	proximidad		
171	San Juan del Río	MERCADO	Oeste	506	proximidad		

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

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

III.4.2. Componentes Ambientales.

A continuación, se muestran las proximidades y/o cruzamientos de la instalación con los componentes Ambientales del Área de Estudio (**Tabla III.8, Tabla III.9, Figura III.11 y Figura III.12**):

Tabla III.8. Componentes Ambientales: cruzamientos y proximidades de la Instalación con Cuerpos de Agua.

No.	Estado	Municipio	Nombre/ descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/NO/SE /SO)	Tipo (Proximidad/ Cruzamiento)	Distancia al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							X	Y
1	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0	[redacted]	
2	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0		
3	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0		
4	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0		
5	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0		
6	Querétaro	Querétaro	intermitente	Sur	Proximidad	80		
7	Querétaro	Querétaro	intermitente	Norte	Proximidad	27		
8	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noreste	Proximidad	640		
9	Querétaro	Querétaro	intermitente	Oeste	Proximidad	646		
10	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noroeste	Proximidad	745		
11	Querétaro	Querétaro	intermitente	Norte	Proximidad	123		
12	Querétaro	Querétaro	intermitente	Norte	Proximidad	800		
13	Querétaro	Querétaro	intermitente	Oeste	Proximidad	145		
14	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noroeste	Proximidad	693		
15	Querétaro	Querétaro	intermitente	Norte	Proximidad	367		
16	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noroeste	Proximidad	391		
17	Querétaro	Querétaro	intermitente	Este	Proximidad	560		
18	Querétaro	Querétaro	perenne	Norte	Proximidad	791		
19	Querétaro	Querétaro	intermitente	Sur	Proximidad	6		
20	Querétaro	Querétaro	intermitente	norte	Proximidad	453		
21	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noreste	Proximidad	521		
22	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noreste	Proximidad	764		
23	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noroeste	Proximidad	858		
24	Querétaro	Querétaro	intermitente	Oeste	Proximidad	73		
25	Querétaro	Querétaro	intermitente	Noroeste	Proximidad	496		
26	Querétaro	Querétaro	intermitente	Suroeste	Proximidad	590		
27	Querétaro	Querétaro	intermitente	Oeste	Proximidad	306		
28	Querétaro	Querétaro	intermitente	--	Cruzamiento	0		
29	Querétaro	El Marqués	Perenne	Noreste	Proximidad	98		

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

No.	Estado	Municipio	Nombre/ descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/NO/SE /SO)	Tipo (Proximidad/ Cruzamiento)	Distancia al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							X	Y
30	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Noroeste	Proximidad	300	[redacted]	
31	Querétaro	El Marqués	Perenne	Noreste	Proximidad	108		
32	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Suroeste	Proximidad	150		
33	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Norte	Proximidad	104		
34	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	500		
35	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Noroeste	Proximidad	640		
36	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	700		
37	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	750		
38	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	650		
39	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	640		
40	Querétaro	El Marqués	Perenne	Norte	Proximidad	260		
41	Querétaro	El Marqués	Intermitente	Oeste	Proximidad	450		
42	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Oeste	Proximidad	700		
43	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Noreste	Proximidad	730		
44	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Oeste	Proximidad	8		
45	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Suroeste	Proximidad	330		
46	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Noreste	Proximidad	700		
47	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Oeste	Proximidad	720		
48	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Oeste	Proximidad	550		
49	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Oeste	Proximidad	550		

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

No.	Estado	Municipio	Nombre/ descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/NO/SE /SO)	Tipo (Proximidad/ Cruzamiento)	Distancia al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							X	Y
50	Querétaro	San juan del Río	Intermitente	Este	Proximidad	480	[redacted]	35

Fuente: INEGI, Ca
Instituto N

Tabla III.9. Componentes Ambientales: ANP´s, próximos a

No.	Estado	Municipio	Tipo de componente ambiental	Nombre/ descripción	Ubicación (N/S/E/O/SE/NE/NO/SO)	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	
1	Querétaro	Querétaro	Parque Natural	Cerro de las Campanas	Este	Proximidad	[redacted]
2	Querétaro	Querétaro	Parque Natural	El Cimatario	Sur	Proximidad	[redacted]
3	Querétaro	Querétaro	Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población (ANP Estatal)	Bordo Benito Juárez	Este	Proximidad	[redacted]
4	Querétaro	Querétaro	Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población (ANP Municipal)	Jurica Poniente	Sur	Proximidad	[redacted]
5	Querétaro	Querétaro	Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población (ANP Municipal)	Cañada Juriquilla	Norte	Proximidad	[redacted]
6	Querétaro	Querétaro	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	El Tángano	Sur	Proximidad	[redacted]

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

Figura III. 11 Cuerpos de Agua en la Zona de la Instalación.

Figura III. 12 ANP´S en la Zona de la Instalación.

III.4.3. Infraestructura Vial.

En las siguientes tablas se muestran los cruces que presenta la Instalación con la infraestructura vial, férrea y líneas de transmisión eléctrica del Área de Estudio:

Tabla III.10. Infraestructura de tipo vía férrea en el Área de Estudio.

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre /Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							x	y
1	Querétaro	Vía férrea	Vía Sencilla en Operación	Cruzamiento	--	0	[redacted]	
2	San Juan del Río	Vía férrea	Fuera de Operación	Cruzamiento	--	0		
3	San Juan del Río	Vía férrea	Vía doble en Operación	Cruzamiento	--	0		
4	San Juan del Río	Vía férrea	Vía doble en Operación	Cruzamiento	--	0		
5	San Juan del Río	Vía férrea	Fuera de Operación	Cruzamiento	--	0		

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

Fuente: INEGI, Cartas topográficas de Queréta
Instituto Na

Tabla III.11. Infraestructura de tipo línea de transmisión eléctrica e

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre /Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distan prome al duc (m)
1	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0
2	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0
3	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0
4	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre /Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							x	y
5	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0	[redacted]	
6	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
7	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
8	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
9	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
10	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
11	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
12	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
13	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
14	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
15	Querétaro	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
16	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
17	El Marqués	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
18	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
19	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
20	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		
21	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		

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

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre /Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							x	y
22	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0	[redacted]	
23	San Juan del Río	Línea de transmisión	---	Cruzamiento	--	0		

Fuente: INEGI, Cartas topográficas de Queréta
Instituto Na

Tabla III.12. Infraestructura de tipo carretera en el Área

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre/ Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distanc promed al duct (m)
1	San Juan del Río	Carretera	Carretera a Tequisquiapan	Cruzamiento	--	0
2	San Juan del Río	Carretera	Carretera Federal México-Querétaro	Cruzamiento	--	0
3	Querétaro	Carretera	Carretera Querétaro-San Luis Potosí	Cruzamiento	--	0
4	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0
5	Querétaro	Carretera	Carretera Querétaro-San Luis Potosí	Cruzamiento	--	0
6	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0
7	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0

[redacted]

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

No.	Municipio	Tipo de Infraestructura	Nombre/ Descripción	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Coordenadas Geográficas	
							X	Y
8	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0	[redacted]	
9	El Marqués	Carretera	Carretera Circuito Universidades	Cruzamiento	--	0		
10	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0		
11	Querétaro	Carretera	Carretera Anillo Vial Fray Junípero Serra	Cruzamiento	--	0		
12	El Marqués	Carretera	Carretera Circuito Universidades	Cruzamiento	--	0		
13	Querétaro	Carretera	Carretera sobre Bernardo Quintana	Cruzamiento	--	0		
14	Querétaro	Carretera	Carretera al Mirador	Cruzamiento	--	0		
15	Querétaro	Carretera	Carretera sobre Bernardo Quintana	Cruzamiento	--	0		
16	Querétaro	Carretera	Carretera sobre Bernardo Quintana	Cruzamiento	--	0		
17	Querétaro	Carretera	Carretera Federal México-Querétaro	Cruzamiento	--	0		
18	Querétaro	Carretera	Carretera Federal México-Querétaro	Cruzamiento	--	0		

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

Fuente: INEGI, Cartografía temática de Vías de comunicación.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

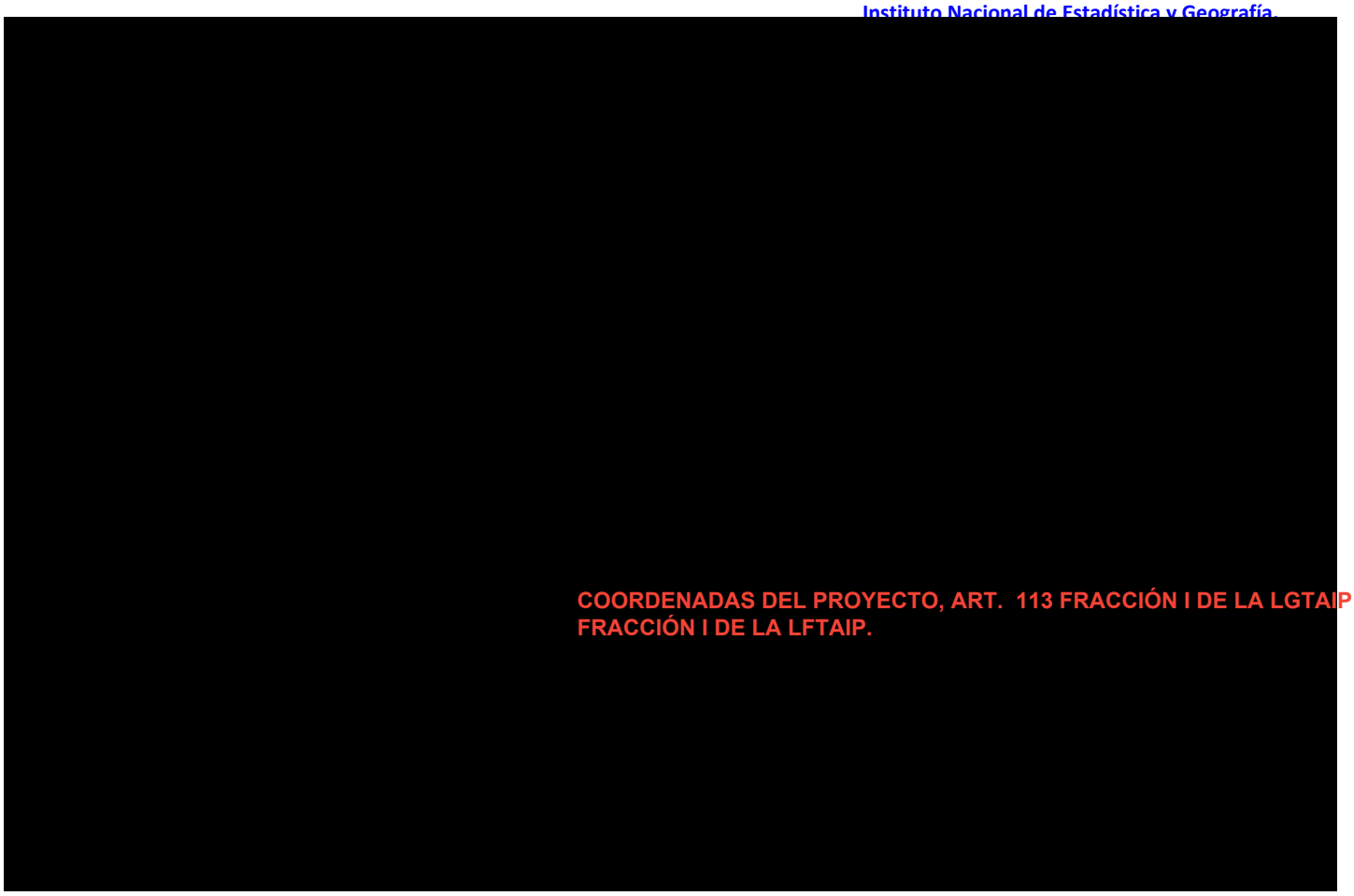


Figura III. 13 Infraestructura Vial.

III.4.4. Uso de Suelo.

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI –SERIE VII), el Área de Estudio (100%) se ubica principalmente en uso de suelo Habitacional (67.28 %), forestal (18.89%) y Agrícola (12.98%) es importante mencionar, que en la clasificación de forestal se encuentra vegetación secundaria y pastizal inducido. En menor porcentaje se encuentra la Industrial (0.83%).

Tabla III.13. Uso de Suelo en el Área de Estudio donde se ubica la Instalación.

No.	Tipo de uso de suelo	Descripción	Superficies (ha)	Porcentaje (%)
1	Industrial	En El Marqués industria comercial, riesgo bajo. En San Juan del Río industria pesada, riesgo alto.	166.96	0.83
2	Agrícola	Agricultura de Riego Anual, Agricultura de Temporada Anual y Agricultura de Riego Anual y Semipermanente.	2, 595.34	12.98
3	Forestal	Comprende los siguientes tipos de vegetación; Matorral Crasicaule, Pastizal Inducido y Vegetación Secundaria.	3, 775.56	18.89
4	Habitacional	Zonas Urbanas de Querétaro, El Marqués y San Juan del Río.	13, 448.68	67.28
Totales			**19, 986.55**	**100.00**

Fuente: INEGI, (19/11/2021). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. INEGI, Cartas topográficas de Querétaro, El Marqués y San Juan del Río. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Figura III.14 Uso de Suelo.

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Contenido

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....4
IV.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgo. 4
IV.1.1. Análisis Preliminar de Peligros. 4
IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes. 6
IV.1.3. Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo. 18
IV.1.4. Jerarquización de Escenarios de Riesgo. 22
IV.1.5. Aplicación de la metodología de Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgo. 26
IV.1.6. Resultados de la Jerarquización de Escenarios de Riesgo Derivados del HazOp. 28
IV.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo. 48
IV.2.1. Análisis Detallado de Frecuencias. 48
IV.2.2. Análisis Detallado de Consecuencias. 54

Tablas

Tabla IV.1. Antecedentes de accidentes e incidentes de Gas Natural. 16
Tabla IV.2. Metodologías de estudio de riesgo Cualitativo. 18
Tabla IV.3. Categorías de las Consecuencias. 22
Tabla IV.4. Niveles de frecuencia. 24
Tabla IV.5. Matriz de Evaluación de Riesgos. (MIL-STD-882E, 2012). 24
Tabla IV.6. Nodos Seleccionados (HazOp). 26
Tabla IV.7. Sistemas / Nodos Seleccionados (What if?). 27
Tabla IV.8. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados (en análisis HazOp). 29
Tabla IV.9. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados (en análisis What if?). 34
Tabla IV.10. Escenarios seleccionados para el análisis de frecuencias. 48
Tabla IV.11. Simbología Utilizada por el Análisis de Árbol de Fallas. 49
Tabla IV.12. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas. 50
Tabla IV.13. Resultados de Probabilidades de falla para desviaciones identificadas. 53
Tabla IV.14. Escenarios de Riesgo Propuestos (Instalaciones superficiales). 55
Tabla IV.15. Escenarios de Riesgo Propuestos (Instalaciones subterráneas). 57
Tabla IV.19. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento. 63

Figuras

Figura IV.1. Causas de falla más comunes a nivel mundial. 6
Figura IV.2. Causas de falla más comunes en gasoductos en Estados Unidos (2005). 7
Figura IV.3. Datos de accidentes en poliductos de PEMEX (1994-2003).....8
Figura IV.4. Daños generados por la explosión.....9
Figura IV.5. Chorro de fuego a causa de la fuga de gas natural en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. 10
Figura IV.6. y IV.7. Incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco, debido a una fuga de gas natural. 11
Figura IV.8. Vista aérea de la zona del accidente.....15
Figura IV.9. La explosión generó un incendio de 55 minutos de duración. 15
Figura IV.10. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios (HazOp). 47

Figura IV.11. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios (What if?). 47
Figura IV.12. Árbol de Fallas. Riesgo de Incendio y/o explosión por la fuga de gas Natural (Ver detalle en Anexo 8. Análisis Cuantitativo). 52

Anexos

Anexo 5 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI)

Anexo 6 Análisis Preliminar

Anexo 7 Análisis Cualitativo

Anexo 8 Análisis Cuantitativo

Anexo 9 Resultados de Simulaciones

IV. Análisis y Evaluación de Riesgos

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

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

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

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

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

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

IV.1.1. Análisis Preliminar de Peligros

La elección de la metodología a emplear para la identificación preliminar de los peligros y amenazas para la operación del Sistema denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales", se sustenta con lo establecido en la guía de la ASEA, la cual considera la aplicación de metodologías que permitan identificar de manera preliminar los riesgos propios y características de acuerdo con el tipo de sistema y acorde a la etapa en la que este se encuentre.

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

Lista de Verificación

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

Las listas de verificación son aplicables en general a todos los sistemas de administración y a un proyecto a través de todas sus etapas. Una lista de verificación debe ser apropiada o adecuada para una etapa de proyecto, equipo, maquinaria,

materiales de construcción, procedimientos de operación, procedimientos de emergencia, diseño, operación, arranque y paro, mantenimiento, desmantelamiento y/o sistemas de seguridad.

Fuente: Garza Ayala, Sergio. (2015) Análisis de Riesgo Peligrosos en los Procesos, Parte 1: Metodologías. (1ª. Ed) Monterrey, NL.: Dinámica Heurística, S. A. de C. V.
Ovarro Seguridad Funcional Operativa S.C. (2020). Introducción al análisis de Riesgos. Métodos de Análisis de Riesgos.

La lista de verificación, se basó en la **NOM-003-ASEA-2016** "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos".

La **NOM-003-ASEA-2016** establece las especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento, de los Sistemas de distribución de Gas Natural y de Gas Licuado de Petróleo por Ductos, por lo que, para el presente sistema de distribución, se le aplica lo relativo a la operación y mantenimiento; capítulo "8. Operación y mantenimiento".

Con los requisitos normativos considerados en la sección 8, se cubre la etapa de operación de la Instalación (sistema de distribución).

En el **Anexo 6**, se adjunta la Lista de Verificación, donde se pueden consultar los resultados obtenidos de la aplicación de la lista de verificación; así mismo, se incluyen comentarios en los requisitos no cumplidos, los cuales deberán ser considerados y a su vez, atendidos conforme a lo que la autoridad solicite y en su caso, para las actualizaciones posteriores del ARSH.

IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de gas natural, se propone una metodología de estudio 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.**

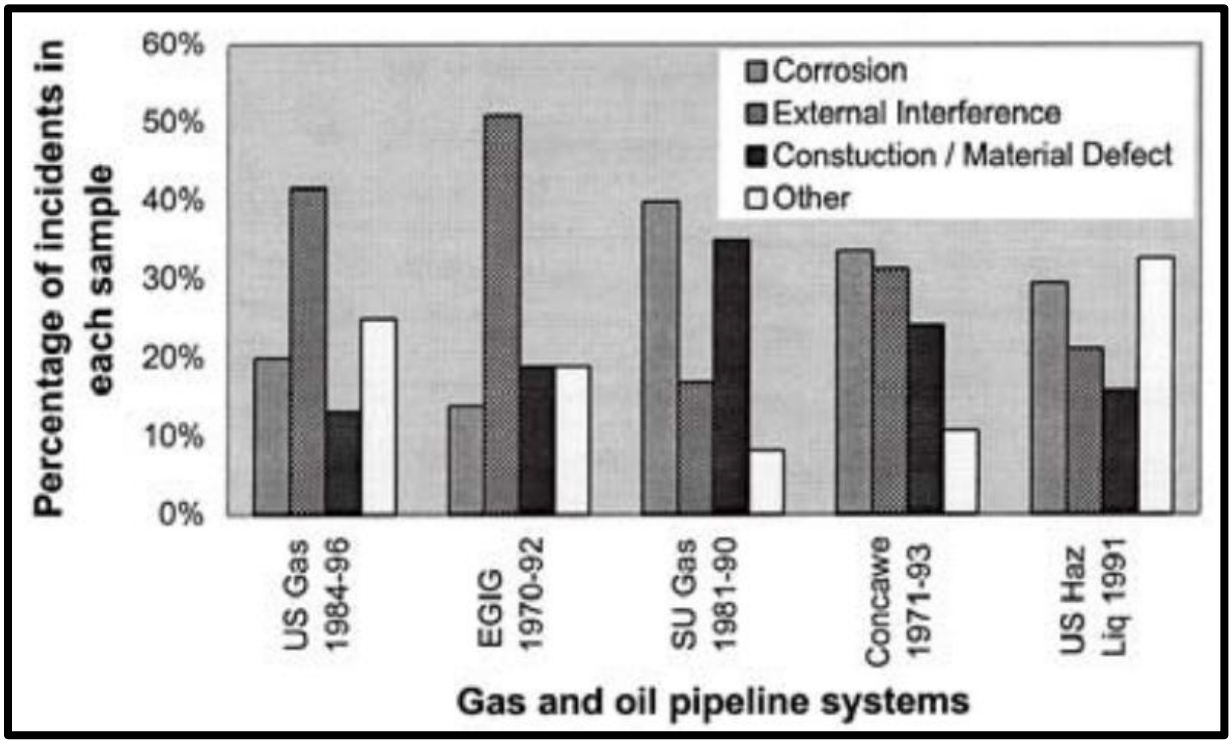


Figura IV.1. Causas de falla más comunes a nivel mundial.

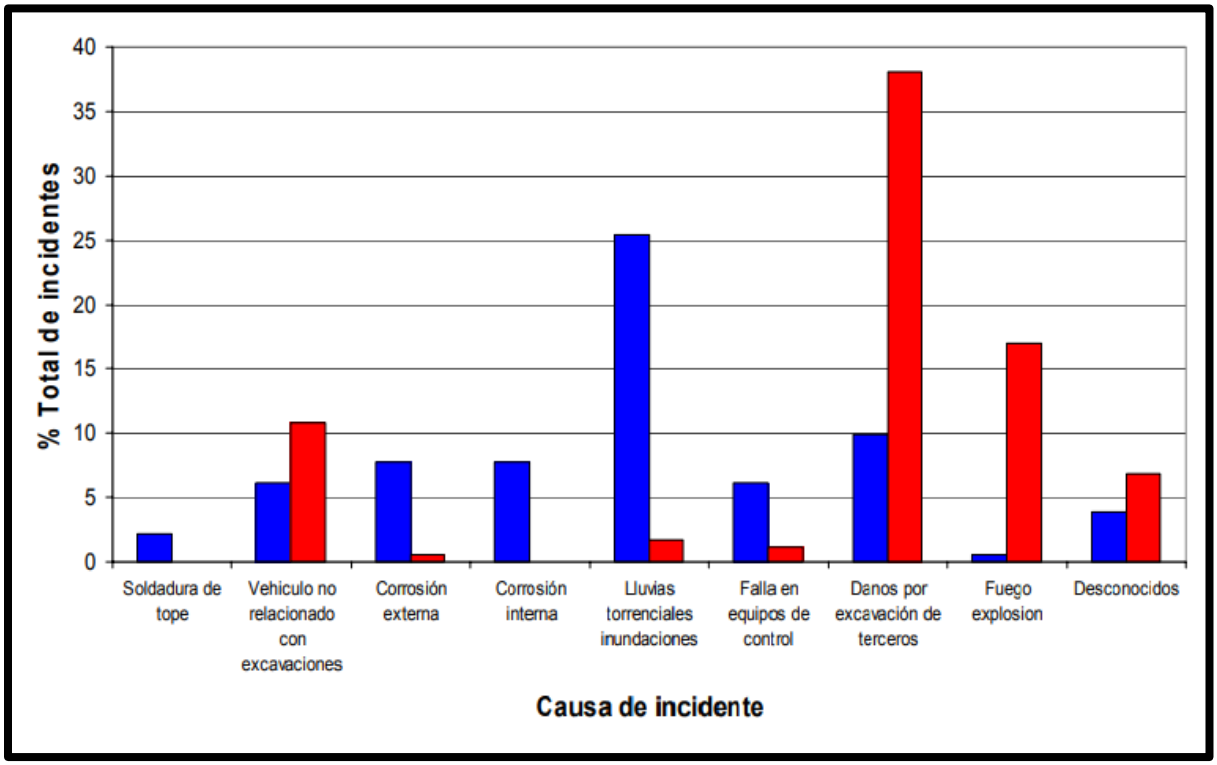


Figura IV.2. Causas de falla más comunes en gasoductos en Estados Unidos (2005).

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

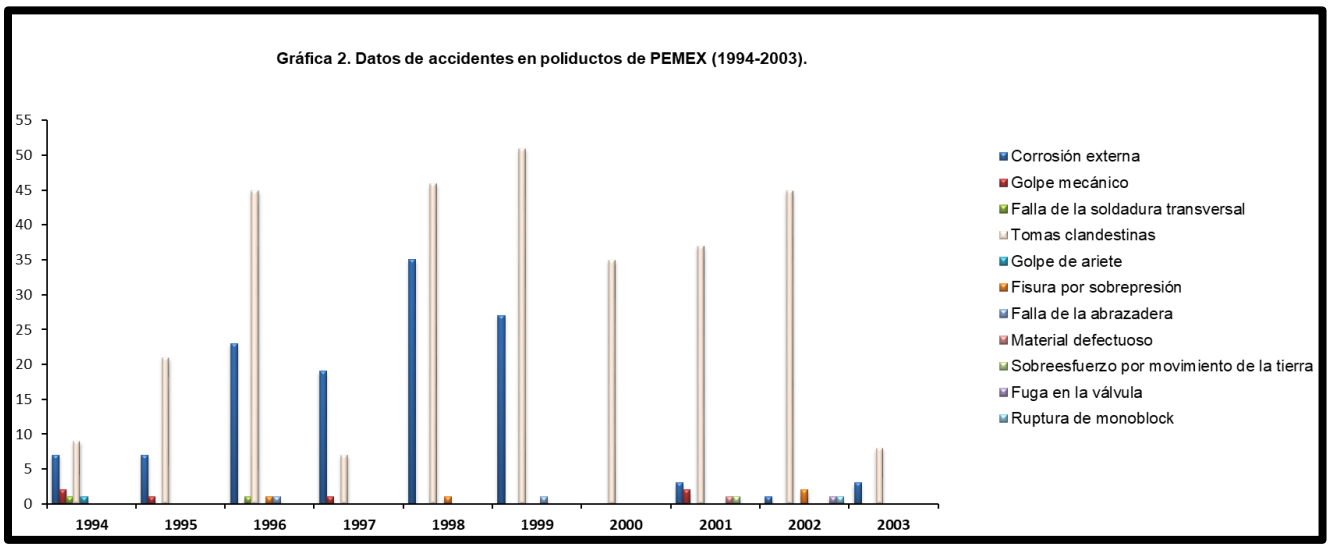


Figura IV.3. Datos de accidentes en poliductos de PEMEX (1994-2003).

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.

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.

Figura IV.4. Daños generados por la explosión.

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 "Aquiles 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 m^2 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.

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

Fuente: La Crónica.com.mx. 07 de abril del 2013

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/cm^2 a 10 kg/cm^2, 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.

Figura 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

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.

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''Ø), 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''Ø, a la altura del Río Actopan, en el cual se registró un incendio,

3. Trampa de diablos del gasoducto de 48''Ø, 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''Ø, de Minatitlán Veracruz - México D.F. y en el ducto de 24''Ø 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''Ø (Cactus – Guadalajara), poliducto de 12''Φ y oleoducto de 24''Ø en el Municipio La Balastrera, donde se presentaron incendios debidos a las fugas,

6. Cruce aéreo Algodonera en el gasoducto de 30''Ø, Minatitlán – México, D.F., poliducto de 12'' y Oleoducto de 30''Ø, 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.

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

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

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.

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'' Ø.

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.

Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Choapas, 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'' Ø que va de la Estación de Compresores El Plan, a la Batería Los Soldados, ubicado en el kilómetro 3 dentro del municipio de Las Choapas, 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

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.

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.

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'' Ø 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.

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

Explosión en tubería de transmisión de gas natural originada por corrosión interna.

Se presentó una falla en el sistema de transmisión de gas natural de El Paso, New México, USA, en agosto del 2000. Este accidente fue uno de los más comentados debido a las pérdidas humanas ocasionadas: 12 personas muertas.

La tubería, de material API 5LX grado X52, tenía un diámetro nominal de 30 pulgadas y un espesor de pared de 8.5 milímetros y transportaba gas natural en estado líquido. La presión de trabajo al momento del accidente era de 675 psig, menor a la presión máxima de diseño, 837 psig. Las Fotos 5 y 6 muestran la zona del accidente, así como la magnitud de la explosión e incendio ocurridos respectivamente. Al momento del accidente una familia de 12 miembros acampaba a 200 metros de distancia del punto de explosión. Lamentablemente las 12 personas murieron producto de quemaduras, asfixia e inhalación de gases tóxicos.

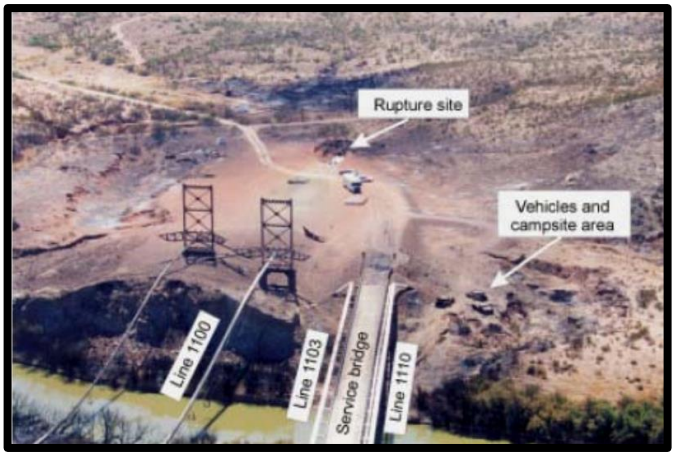


Figura IV.8. Vista aérea de la zona del accidente.

Figura IV.9. La explosión generó un incendio de 55 minutos de duración.

La fuerza de ruptura originó un cráter de 16 metros de ancho. La inspección visual de la tubería fracturada permitió observar una severa corrosión interna a lo largo del borde inferior de la tubería conjuntamente con una considerable pérdida de espesor de pared. Asimismo, se observó que los cordones de soldadura ubicados en la parte inferior de la tubería también fueron atacados. No se registró ninguna evidencia de corrosión externa. El análisis microestructural reveló una estructura compuesta por ferrita

proeutectoide y perlita, con algunos carburos precipitados en los límites de grano. La posterior caracterización reveló que la composición química del material, así como las propiedades mecánicas cumplía con los requerimientos de la norma API.

La microscopía electrónica de barrido permitió observar estrías en las picaduras de corrosión, sin embargo, no fue indicativo suficiente ni de fatiga ni de penetración de corrosión. Asimismo, se pudo observar que la fractura se propagó desde el interior. El análisis de los productos de corrosión indicó un alto contenido de cloruros y sodio. El análisis de los depósitos encontrados en la tubería reveló la presencia de bacterias oxidantes y reductoras, así como altas dosis de cloruros (333000 ppm siendo 50 ppm la concentración normal en la línea). El modo de fractura indicó que la fractura fue originada únicamente por sobre presión, debido a una reducción severa de espesor de pared de tubería (de hasta 72%), al punto de que el material no pudo resistir la presión.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los accidentes enlistados anteriormente, indicando el evento ocurrido, las causas y afectaciones que tuvieron **(Ver Tabla IV.1).**

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

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, Nuevo 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	N/D	ND
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
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	N/D	Suspensión del flujo de gas en el tramo Abasolo-Guadalajara

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2013	Pedro Escobedo, Querétaro	Gasoducto de 14'' Ø	Gas Natural	Explosión	Debido al golpe por una retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego	N/D	Cierre de Válvulas de Seccionamiento
2007	Veracruz	Válvula de Seccionamiento	Gas Natural	Incendio y Explosión	N/D	N/D	N/D
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
2009	Distrito Federal	Gasoducto de 4'' Ø	Gas Natural	Fuga	N/D	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
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
2011	Cosamaloapan, Veracruz	Gasoducto	Gas Natural	Fuga	N/D	N/D	Cierre de ductos y mantenimiento pertinentes
2000	El Paso, New México, USA	Gasoducto	Gas Natural en estado líquido	Incendio y explosión	Fractura en tubería, originada por sobre presión, debido a una reducción severa de espesor de pared de la tubería	Cráter de 16 m en suelo. Muerte de 12 personas	N/D

*N/D = No disponible

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

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

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

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

Tabla IV.2. Metodologías de estudio de riesgo Cualitativo.

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

De lo anterior, se determinó la aplicación de la metodología HazOp y ¿Qué pasa si? (What if?), con el fin de identificar peligros y emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a las instalaciones y medio ambiente.

IV.1.3.1. Análisis Cualitativo de Riesgo

A. HAZOP

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

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

Para la realización del estudio 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 estudio de riesgo, 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, no se consideran las salvaguardas existentes en la instalación.

3. Se identifican las desviaciones (escenarios) que resultan de mayor riesgo en el HAZOP, a Juicio de los Expertos, se descartan aquellos escenarios que no repercuten en fugas o derrames de combustibles con efecto directo al personal, instalaciones y medio ambiente, y como tal no representan un riesgo significativo.

4. Una vez identificadas las desviaciones (escenarios) que resultan de mayor riesgo en el HAZOP, se proponen los escenarios de riesgo para realizar el análisis detallado de frecuencias y análisis de consecuencias.

La información necesaria para la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos del SDGN, se obtuvo de los DTI´s y DFP´s y Filosofía de Operación proporcionados por el Regulado.

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Selección de nodos.

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

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

3. Desviaciones del proceso. Los integrantes del grupo listan para cada nodo, las posibles desviaciones de las variables de proceso que pudieran ocurrir, aplicando a cada variable una palabra guía en combinación con la variable del proceso y determinar la desviación.

4. Identificar las causas o las razones que pueden originar las desviaciones. 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.

Así mismo, deberá asignar una clasificación de la causa de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Evento externo. Los eventos externos se originan fuera del sistema, pero pueden tener un efecto adverso en el mismo.
- ✓ Error / factor humano. Diversas fuentes indican que los errores humanos causan entre el 50% y el 90% de todos los accidentes. Considerando lo anterior, es vital que se traten en el estudio de riesgo los errores humanos:
- ✓ Falla de equipo. Fallas de equipo (componentes) en los sistemas de proceso.
- ✓ Falla de Control. Fallas de control en los sistemas de proceso.

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

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

6. Asigne una categoría a la gravedad de las consecuencias identificadas y para cada uno de los receptores de riesgo considerados (Salud a la población y/o personal, Instalación o Proceso y Medio Ambiente), asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan. Se selecciona el valor mayor de gravedad para asignar una categoría a la puntuación de gravedad de las consecuencias identificadas.

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

8. Identifique las salvaguardas existentes en la instalación ya sea para evitar la ocurrencia de dicho evento o para mitigar su efecto. En esta columna se indican los mecanismos de detección de la desviación planteada según la causa o consecuencia (ej.: alarmas, indicadores, transmisores), así como los mecanismos automáticos capaces de responder a la desviación planteada (ej.: lazos de control). Donde sea apropiado, se debe dar crédito, a aspectos como de procedimientos, tales como inspecciones.

9. Establezca acciones y/o recomendaciones. Si la Categoría de Riesgo resultase elevado, significa que se deben tomar acciones inmediatamente, por lo que el equipo realiza recomendaciones en donde se requiera reducir dicho valor. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las salvaguardas propuestas debe ser mejorada o controles adicionales deben ser agregadas según sea necesario.

B. 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.

C. ASPECTOS GENERALES

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente estudio de riesgo, 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 distribuir o 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.

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. Se identifican las desviaciones (escenarios) que resultaron de alto riesgo en el HAZOP y What if; escenarios con un nivel de riesgo mayor (No tolerable y/o ALARP).

4. Para el conjunto de desviaciones identificado con mayor riesgo, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas (análisis detallado de frecuencias).

5. De acuerdo a lo anterior, se proponen los escenarios de riesgo para simulación y aplicar el análisis detallado de consecuencias.

IV.1.4. Jerarquización de Escenarios de Riesgo

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

Para este ARSH se realiza la jerarquización mediante la matriz de riesgo propuesta por Regulado en su procedimiento **DIG-PR-003**, denominado "Análisis de Riesgos de Proceso". 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 evaluación de los posibles daños (consecuencias) se asigna a cada variación del proceso en función de la **Tabla IV.3**. La puntuación se asigna asumiendo que no hay salvaguardas establecidas, a fin de estimar los máximos daños posibles.
    - Se pondera la consecuencia para los siguientes receptores: seguridad del personal, contratistas y vecinos, al medio ambiente, a las Instalaciones o negocio y a la reputación e imagen.
    - De las puntuaciones obtenidas para los receptores, se selecciona el de mayor valor numérico (peores consecuencias) y es el que se utiliza para calificar la Consecuencia (Gravedad de los daños).
- Considerando los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras) existentes en el sistema, se asigna el valor de frecuencia para cada desviación del proceso según los criterios de la **Tabla IV.4**.

Los riesgos evaluados se expresan como un Código de Evaluación de Riesgos (RAC) o una Categoría de Riesgo (CR), que es una combinación de una categoría de consecuencia y frecuencia. Se asigna un nivel de riesgo de tipo A, B, C, o D para cada CR.

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

Tabla IV.3. Categorías de las Consecuencias.

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y la salud pública.	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; incapacidad parcial o total permanentes
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego, llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de flora y fauna o repetición de eventos mayores
Descarga y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las Autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortalidad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
Al negocio				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos	Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las Autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución de edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
A la imagen				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional, protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Tabla IV.4. Niveles de frecuencia.

Valor	Categoría	Cuantitativo		Cualitativo
F4	Alta	>10 a la -1	>1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años.
F3	Media	10-1 - 10-2	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
F2	Baja	10-2 - 10-3	1 en 100 años a 1 en mil años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
F1	Remota	<10-3	<1 en 1000 años	Esencialmente imposible, No es realista que ocurra.

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

	Consecuencia			
Frecuencia	**Menor C1**	**Moderado C2**	**Grave C3**	**Catastrófico C4**
Alta F4	**B**	**B**	**A**	**A**
Media F3	**C**	**B**	**B**	**A**
Baja F2	**D**	**C**	**B**	**A**
Remota F1	**D**	**D**	**C**	**B**

Tipo A – Riesgo NO ACEPTABLE: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. La

mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

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

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

Tipo D – Riesgo Razonablemente Aceptable: El riesgo requiere acción, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

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 No aceptable (Tipo A) y riesgo Indeseable (Tipo B) respectivamente.

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

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

Nodos Seleccionados para el Desarrollo del estudio de riesgo de Operabilidad "HAZOP".

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

La delimitación de los nodos de estudio se definió en común acuerdo y conforme a la experiencia de los integrantes del equipo evaluador de estudio de riesgo, así como con base en las etapas del proceso del Sistema de Distribución de Gas Natural, considerando sus características propias, en estos nodos, se reúnen los equipos y/o sistemas que cumplen funciones específicas, cumpliendo además, con las premisas de que un nodo debe de tener una identidad funcional propia; lo anterior, se puede observar en la **Tabla IV.6,** donde cada uno de los nodos definidos, cuentan con variables específicas que los describen, por lo que se facilita el análisis de cada desviación. Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI´s) se muestran en el **Anexo 5.**

Cabe señalar, que para analizar las Estaciones: DP, ERM´s y MS, se realizó una agrupación de acuerdo a la similitud de operación, componentes y elementos que las conforman (Tuberías, instrumentación y demás componentes) (DTI Tipo), con el objetivo de eficientar la identificación de peligros y riesgos y evitar la duplicación de nodos, quedando de la siguiente manera:

Tabla IV.6. Nodos Seleccionados (HazOp).

No.	Tipo de Estación	Documentos de Referencia	Descripción
01	Estación Distrital (Alta Presión)	DTI ED 21-4 BAR	Estación de Distribución / Distrital; se conforma por dos (2) trenes de regulación (línea con doble activo-monitor, sin medición). Conectada a la red de Alta Presión
02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	DTI RMD 21- 4 BAR	Estación de Regulación y Medición; se conforma por dos (2) trenes de regulación (línea con doble activo-monitor, medición en baja presión). Conectada a la red de Alta Presión.
03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	DTI RMD 4-1 BAR	Estación de Regulación y Medición; se conforma por dos (2) trenes de regulación (línea con doble activo, medición en baja presión). Conectada a la red de Baja Presión.
04	Metering Set (Baja Presión)	DTI METERING SET	Estación Tipo Metering Set; se conforma por un (1) regulador (línea sencilla con activo y by pass de medición). Conectada a la red de Baja Presión.

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

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

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 analizaron los tramos y secciones de ductos que conforman el Sistema de Distribución. Para el análisis se consideraron quince (15) sistemas, correspondientes a los distintos materiales y diámetros de ductos o tuberías utilizados en las instalaciones del Sistema de Distribución de Gas natural.

El análisis se realiza considerando que las desviaciones se puedan presentar en cualquier punto o tramo del ducto en estudio. 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 IV.7** se muestran los sistemas a los cuales se les realizará la evaluación e identificación de peligros y riesgos. Las hojas de trabajo del análisis ¿Qué pasa si…? se presentan en el **Anexo 7. Análisis Cualitativo.**

Tabla IV.7. Sistemas / Nodos Seleccionados (What if?).

Sistema / Nodo	Descripción	Documento de referencia
05	Ducto de A.C. de 12" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones.	QRO-07_AS_BUILT
06	Ducto de A.C. de 6" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones.	QRO-07_AS_BUILT
07	Ducto de A.C. de 4" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones.	QRO-07_AS_BUILT
08	Ducto de A.C. de 3" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones.	QRO-07_AS_BUILT
09	Ducto de A.C. de 2" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones.	QRO-07_AS_BUILT
10	Ducto de A.C. de 2" pulgadas de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones. (BP)	QRO-07_AS_BUILT
11	Ducto de Polietileno (PEAD) de 8" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
12	Ducto de Polietileno (PEAD) de 6" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
13	Ducto de Polietileno (PEAD) de 4" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
14	Ducto de Polietileno (PEAD) de 3" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
15	Ducto de Polietileno (PEAD) de 2" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
16	Ducto de Polietileno (PEAD) de 1" de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
17	Ducto de Polietileno (PEAD) de 110 milímetros (mm) de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT
18	Ducto de Polietileno (PEAD) de 63 milímetros (mm) de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT

Sistema / Nodo	Descripción	Documento de referencia
19	Ducto de Polietileno (PEAD) de 40 milímetros (mm) de DN; incluye válvulas de seccionamiento e interconexiones	QRO-07_AS_BUILT

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

A continuación, se incluyen los resultados de la jerarquización de los escenarios (desviaciones) encontrados en el análisis cualitativo (HazOp y What if?) desarrollado para las instalaciones superficiales y subterráneas del Sistema de Distribución de Gas Natural:

Tabla IV.8. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados (en análisis HazOp).

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
1	1.12	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	3	2	B	01	Estación Distrital	Gas Natural
2	1.13	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	3	3	B	01	Estación Distrital	Gas Natural
3	2.12	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	3	2	B	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
4	2.13	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	3	3	B	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
5	3.12	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	3	2	B	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
6	3.13	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	2	3	B	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
7	4.12	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	3	2	B	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
8	4.13	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	2	3	B	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
9	1.02	Válvula bola (BL-01 / BL-02) ubicada a la entrada del sistema, cerrada por operaciones incorrectas del personal de ENGIE y/o ajeno a la instalación (contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores).	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
10	1.04	Daño o rotura de Válvula de drenado 1/2" del filtro.	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
11	1.05	Falla de soldaduras o material (desgaste del material / fuera de especificaciones)	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
12	1.06	Fuga de GN en red de suministro (aguas arriba)	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
13	1.07	Sabotaje de partes y/o accesorios por terceras partes	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
14	1.08	Problemas de control aguas arriba de la Estación	3	1	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
15	1.09	Saturación del filtro debido a alto contenido de líquidos/sólidos en la corriente de gas	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
16	1.10	Humedad en el ambiente	3	1	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
17	1.11	Desgaste de materiales por antigüedad del ducto	2	2	C	01	Estación Distrital	Gas Natural
18	2.02	Válvula bola (BL-01 / BL-02) ubicada a la entrada del sistema, cerrada por operaciones incorrectas del personal de ENGIE y/o ajeno a la instalación (contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores).	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición	Gas Natural
19	2.04	Daño o rotura de Válvula de drenado 1/2" del filtro.	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
20	2.05	Falla de soldaduras o material (desgaste del material / fuera de especificaciones)	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
21	2.06	Fuga de GN en red de suministro (aguas arriba)	2	2	C	02	Estación de Regulación y	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
							Medición (Alta Presión)	
22	2.07	Sabotaje de partes y/o accesorios por terceras partes	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
23	2.08	Problemas de control aguas arriba de la Estación	3	1	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
24	2.09	Saturación del filtro debido a alto contenido de líquidos/sólidos en la corriente de gas	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
25	2.10	Humedad en el ambiente	3	1	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
26	2.11	Desgaste de materiales por antigüedad del ducto	2	2	C	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
27	3.04	Daño o rotura de Válvula de drenado 1/2" del filtro.	2	2	C	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
28	3.05	Falla de soldaduras o material (desgaste del material / fuera de especificaciones)	2	2	C	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
29	3.07	Sabotaje de partes y/o accesorios por terceras partes	2	2	C	03	Estación de Regulación y	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
							Medición (Baja Presión)	
30	3.09	Saturación del filtro debido a alto contenido de líquidos/sólidos en la corriente de gas	2	2	C	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
31	3.11	Desgaste de materiales por antigüedad del ducto	2	2	C	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
32	4.04	Daño o rotura de Válvula de drenado 1/2" del filtro.	2	2	C	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
33	4.05	Falla de soldaduras o material (desgaste del material / fuera de especificaciones)	2	2	C	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
34	4.07	Sabotaje de partes y/o accesorios por terceras partes	2	2	C	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
35	4.09	Saturación del filtro debido a alto contenido de líquidos/sólidos en la corriente de gas	2	2	C	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
36	4.11	Desgaste de materiales por antigüedad del ducto	2	2	C	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
37	1.01	Sin alimentación de GN por red de suministro (aguas arriba)	2	1	D	01	Estación Distrital	Gas Natural
38	1.03	Válvula de corte SSV-01 / 02, cerrada por falla del indicador de presión	1	2	D	01	Estación Distrital	Gas Natural
39	1.14	Presencia de tormenta eléctrica.	2	1	D	01	Estación Distrital	Gas Natural
40	2.01	Sin alimentación de GN por red de suministro (aguas arriba)	2	1	D	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
41	2.03	Válvula de corte SSV-01 / 02, cerrada por falla del indicador de presión	1	2	D	02	Estación de Regulación y Medición	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
42	2.14	Presencia de tormenta eléctrica.	2	1	D	02	Estación de Regulación y Medición (Alta Presión)	Gas Natural
43	3.01	Sin alimentación de GN por red de suministro (aguas arriba)	1	1	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
44	3.02	Válvula bola (BL-01 / BL-02) ubicada a la entrada del sistema, cerrada por operaciones incorrectas del personal de ENGIE y/o ajeno a la instalación (contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores).	1	2	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
45	3.03	Válvula de corte SSV-01 / 02, cerrada por falla del indicador de presión	1	2	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
46	3.06	Fuga de GN en red de suministro (aguas arriba)	1	2	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
47	3.08	Problemas de control aguas arriba de la Estación	2	1	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
48	3.10	Humedad en el ambiente	2	1	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural
49	3.14	Presencia de tormenta eléctrica.	2	1	D	03	Estación de Regulación y Medición (Baja Presión)	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
50	4.01	Sin alimentación de GN por red de suministro (aguas arriba)	1	1	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
51	4.02	Válvula bola (BL-01 / BL-02) ubicada a la entrada del sistema, cerrada por operaciones incorrectas del personal de ENGIE y/o ajeno a la instalación (contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores).	1	2	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
52	4.03	Válvula de corte SSV-01 / 02, cerrada por falla del indicador de presión	1	2	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
53	4.06	Fuga de GN en red de suministro (aguas arriba)	1	2	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
54	4.08	Problemas de control aguas arriba de la Estación	2	1	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
55	4.10	Humedad en el ambiente	2	1	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural
56	4.14	Presencia de tormenta eléctrica.	2	1	D	04	Estación tipo Metering Set	Gas Natural

Tabla IV.9. Jerarquización de los Escenarios de Riesgos Identificados (en análisis What if?).

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
1	5.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
2	6.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
3	7.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
4	8.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
5	9.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
6	10.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	2	B	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
7	11.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8 de DN	Gas Natural
8	12.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6 de DN	Gas Natural
9	13.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4 de DN	Gas Natural
10	14.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3 de DN	Gas Natural
11	15.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2 de DN	Gas Natural
12	17.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
13	18.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	3	3	B	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
14	5.03	Toma clandestina	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
15	5.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
16	5.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
17	5.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
18	5.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
19	5.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
20	5.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
21	5.10	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
22	5.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
23	5.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
24	6.03	Toma clandestina	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
25	6.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
26	6.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
27	6.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
28	6.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
29	6.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
30	6.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
31	6.10	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
32	6.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
33	6.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
34	7.03	Toma clandestina	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
35	7.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
36	7.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
37	7.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
38	7.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
39	7.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
40	7.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
41	7.10	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
42	7.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
43	7.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
44	8.03	Toma clandestina	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
45	8.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
46	8.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
47	8.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
48	8.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
49	8.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
50	8.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
51	8.10	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
52	8.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
53	8.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
54	9.03	Toma clandestina	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
55	9.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
56	9.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
57	9.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
58	9.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
59	9.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
60	9.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
61	9.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
62	9.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
63	10.03	Toma clandestina	3	1	C	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
64	10.08	Ambiente corrosivo	2	2	C	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
65	10.09	Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	2	C	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
66	10.12	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
67	11.02	Toma clandestina	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
68	11.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
69	11.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
70	11.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
71	11.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
72	11.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
73	12.02	Toma clandestina	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
74	12.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
75	12.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
76	12.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
77	12.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
78	12.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
79	13.02	Toma clandestina	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
80	13.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
81	13.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
82	13.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
83	13.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
84	13.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
85	14.02	Toma clandestina	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
86	14.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
87	14.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
88	14.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
89	14.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
90	14.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
91	15.02	Toma clandestina	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
92	15.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
93	15.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
94	15.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
95	15.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
96	15.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
97	16.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	2	2	C	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
98	17.02	Toma clandestina	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
99	17.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
100	17.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
101	17.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
102	17.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
103	17.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
104	18.02	Toma clandestina	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
105	18.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
106	18.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
107	18.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
108	18.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
109	18.07	Problemas de control aguas arriba	3	1	C	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
110	19.01	Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	2	2	C	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
111	5.02	Toma clandestina	2	1	D	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
112	5.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
113	5.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	5	Ducto de A.C. de 12 pulgadas de DN	Gas Natural
114	6.02	Toma clandestina	2	1	D	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
115	6.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
116	6.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	6	Ducto de A.C. de 6 pulgadas de DN	Gas Natural
117	7.02	Toma clandestina	2	1	D	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
118	7.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
119	7.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	7	Ducto de A.C. de 4 pulgadas de DN	Gas Natural
120	8.02	Toma clandestina	2	1	D	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
121	8.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
122	8.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	8	Ducto de A.C. de 3 pulgadas de DN	Gas Natural
123	9.02	Toma clandestina	2	1	D	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
124	9.10	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	2	1	D	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
125	9.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
126	9.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	9	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN	Gas Natural
127	10.02	Toma clandestina	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
128	10.04	Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
129	10.05	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
130	10.06	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
131	10.07	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado)	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
132	10.1	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas de protección catódica, asociada a estructuras de interferencia o por líneas eléctricas cercanas)	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
133	10.11	Mal funcionamiento de los Rectificadores (Fallas asociadas a vandalismo; robo de partes o robo total del sistema de protección catódica).	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
134	10.13	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
135	10.14	Cierre inesperado por falla mecánica	2	1	D	10	Ducto de A.C. de 2 pulgadas de DN (BP)	Gas Natural
136	11.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
137	11.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	11	Ducto de Polietileno (PE) de 8" de DN	Gas Natural
138	12.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
139	12.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	12	Ducto de Polietileno (PE) de 6" de DN	Gas Natural
140	13.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
141	13.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	13	Ducto de Polietileno (PE) de 4" de DN	Gas Natural
142	14.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
143	14.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	14	Ducto de Polietileno (PE) de 3" de DN	Gas Natural
144	15.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
145	15.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	15	Ducto de Polietileno (PE) de 2" de DN	Gas Natural
146	16.02	Toma clandestina	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
147	16.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
148	16.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
149	16.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
150	16.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
151	16.07	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
152	16.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
153	16.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	16	Ducto de Polietileno (PE) de 1" de DN	Gas Natural
154	17.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
155	17.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	17	Ducto de Polietileno (PE) de 110 milímetros de DN	Gas Natural
156	18.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural
157	18.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	18	Ducto de Polietileno (PE) de 63 milímetros de DN	Gas Natural

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Sustancia involucrada
158	19.02	Toma clandestina	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
159	19.03	Falla de material defectuoso (fuera de especificaciones)	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
160	19.04	Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
161	19.05	Pérdida de apoyo del terreno del ducto por inundaciones	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
162	19.06	Sobreesfuerzo por movimiento de tierra (tránsito vehicular pesado, fuerzas de tensión continuas)	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
163	19.07	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
164	19.08	Problemas de control aguas arriba	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural
165	19.09	Cierre inesperado por vandalismo u operaciones incorrectas	2	1	D	19	Ducto de Polietileno (PE) de 40 milímetros de DN	Gas Natural

De acuerdo a los resultados de las Hojas de Trabajo HazOp y What If?, se obtuvieron 221 desviaciones (escenarios) (56 en HazOp y 165 en What if?) con niveles Tipo B, C y D, repartidos de la siguiente manera:

- En HazOp; 20 con categoría de riesgo "Tipo D", 28 de "Tipo C" y 8 de riesgo "B". El 85.71 % de los riesgos encontrados se categorizan en la zona de riesgo "Tolerable" y el 14.29 % en la zona ALARP.

- En What if?; 55 con categoría de riesgo "Tipo D", 97 de riesgo "C" y 13 con categoría de riesgo "Tipo B". El 66.67 % de los riesgos encontrados se categorizan en la zona de riesgo "Tolerable", y el 33.33 % en la zona de riesgo "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, 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 del estudio de riesgo del Sector Hidrocarburos.

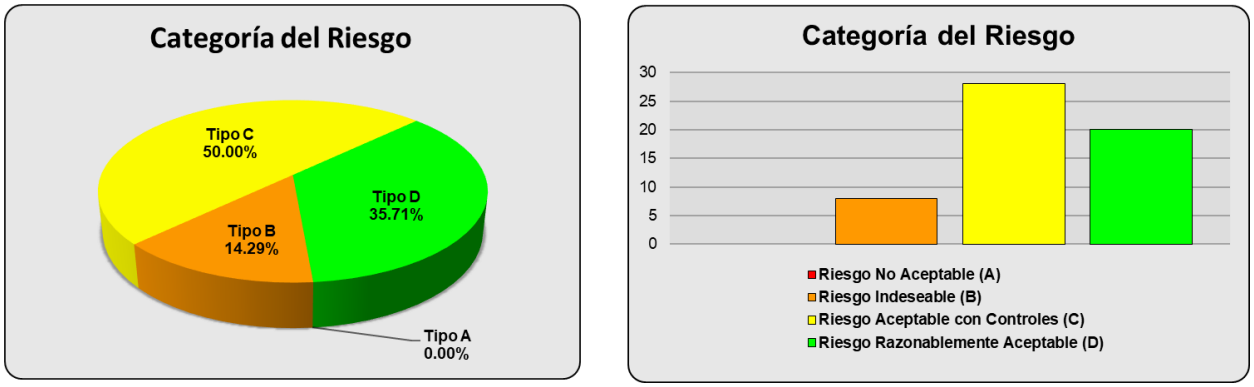


Figura IV.10. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios (HazOp).

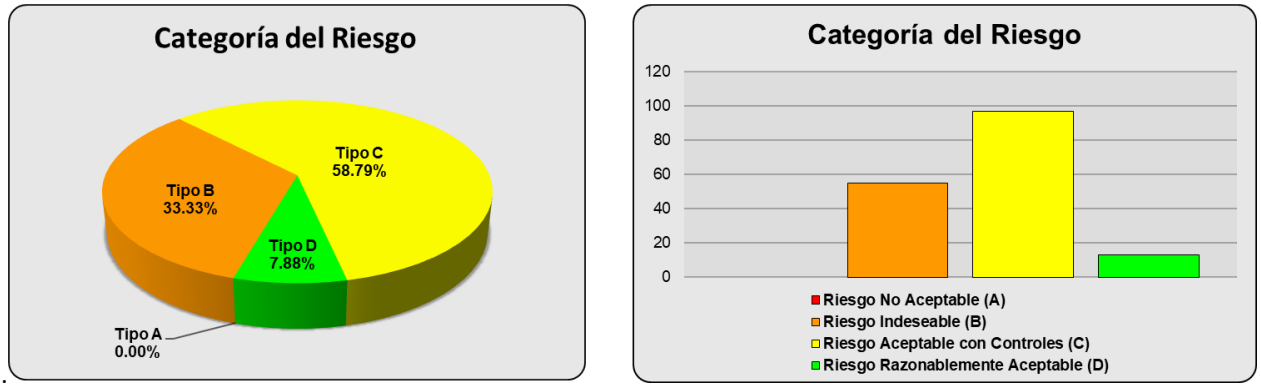


Figura IV.11. Graficas de los Resultados de la Jerarquización de escenarios (What if?).

IV.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo

Una vez concluido el análisis cualitativo de riesgo en los numerales anteriores, se encontraron escenarios de riesgo ubicados en la región tipo "B" definidos como ALARP. De acuerdo con la Guía de la ASEA para el ARSH, los escenarios de riesgo No tolerables y solo los de interés particular con riesgo ALARP, se considerarán para un análisis cuantitativo de riesgo, el cual se compone de la evaluación detallada de frecuencias y de la evaluación detallada de consecuencias.

IV.2.1. Análisis Detallado de Frecuencias

Para desarrollar el análisis detallado de frecuencias se aplicará la metodología de Árbol de Fallas, esto debido a que la metodología nos proporciona, por un lado, la frecuencia de ocurrencia de la falla y por otro lado, nos permite conocer cuáles son los elementos relacionados y que contribuyen a que la falla se presente. Para esto, se realizó una revisión de bases de datos reconocidas, a fin de analizar si las frecuencias consideradas en los escenarios de riesgo fueron sobrestimados o subestimados por los integrantes del equipo evaluador de estudio de riesgo, resultando en una reponderación de frecuencias.

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

Tabla IV.10. Escenarios seleccionados para el análisis de frecuencias.

Nodo / Desviación	Descripción del Escenario		Frecuencia
Instalaciones superficiales (ED, ERM y MS)			
1 / 1.12, 2 / 2.12, 3 / 3.12 y 4 / 4.12,	Golpe externo	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	2
1 / 1.13, 2 / 2.13, 3 / 3.13 y 4 / 4.13	Golpe externo	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	3
Instalaciones subterráneas (ductos de AC y PE)			
5 / 5.01, 6 / 6.01, 7 / 7.01, 8 / 8.01, 9 / 9.01 y 10 / 10.01	Fuga	Fuga de Gas Natural en ducto de A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	2
11 / 11.01, 12 / 12.01, 13 / 13.01, 14 / 14.01, 15 / 15.01, 17 / 17.01 y 18 / 18.01	Fuga	Fuga de Gas Natural en ducto de PE, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	2

Fueron seleccionadas todas las desviaciones de Nivel B (ALARP), siendo estas de interés para el presente análisis.

A. ÁRBOL DE FALLAS

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

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

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

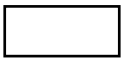
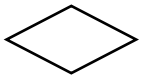
El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la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

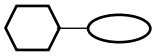
Puede ser un complemento de otras técnicas de estudio de riesgo, como ya se mencionó, para analizar un evento con alto grado de riesgo encontrados con otras técnicas como el HAZOP.

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 IV.11.**

Tabla IV.11. Simbología Utilizada por el Análisis de Árbol de Fallas.

Símbolo	Aplicación
	Sucesos intermedios: Resultan de la interacción de otro suceso, que a su vez se desarrolla mediante puertas lógicas.
	Sucesos Básicos: Constituyen la base de la raíz del árbol. No necesitan desarrollo posterior en otros sucesos.
	Sucesos no desarrollados: No son sucesos básicos y podrían desarrollarse más, pero el desarrollo no se considera necesario o no se dispone de la suficiente información.
	Puerta "O" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de uno o más sucesos de entrada para producir el proceso de salida.
	Puerta "Y" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de todos los signos de entrada para producir el proceso de salida.

Símbolo	Aplicación
	Puerta inhibición: Representa la operación lógica que requiere la ocurrencia del suceso de entrada y la satisfacción de una condición de inhibición.
	Condición externa: Se utiliza para indicar la condición o un suceso que existe como parte del escenario en que se desarrolló el árbol de fallas.
	Transferencia: Se utilizan para continuar el desarrollo del árbol de fallas en otra parte (por ejemplo, en otra página por falta de espacio).

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

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

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

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

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

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 IV.12:**

Tabla IV.12. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas.

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

Orden de magnitud	Cuantitativo	Expresión intuitiva: Duración fallo / Tiempo total	Calificación (Cualitativa)
10^{-6}	0.000001	1 hora / 100 años	Muy improbable

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

Se realizó el árbol de fallas para desviaciones encontradas en el Hazop y What if? que representan una pérdida de contención de la sustancia involucrada en la Instalaciones. 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 siguiente se plasma el árbol de falla que contempla las desviaciones que ocasionan una Fuga de Gas Natural (perdida de contención) y que posiblemente deriven en un incendio y/o explosión. Los resultados de la frecuencia de falla para las desviaciones de Tipo ALARP que resultaron del análisis cualitativo se muestran en la Tabla IV.13.

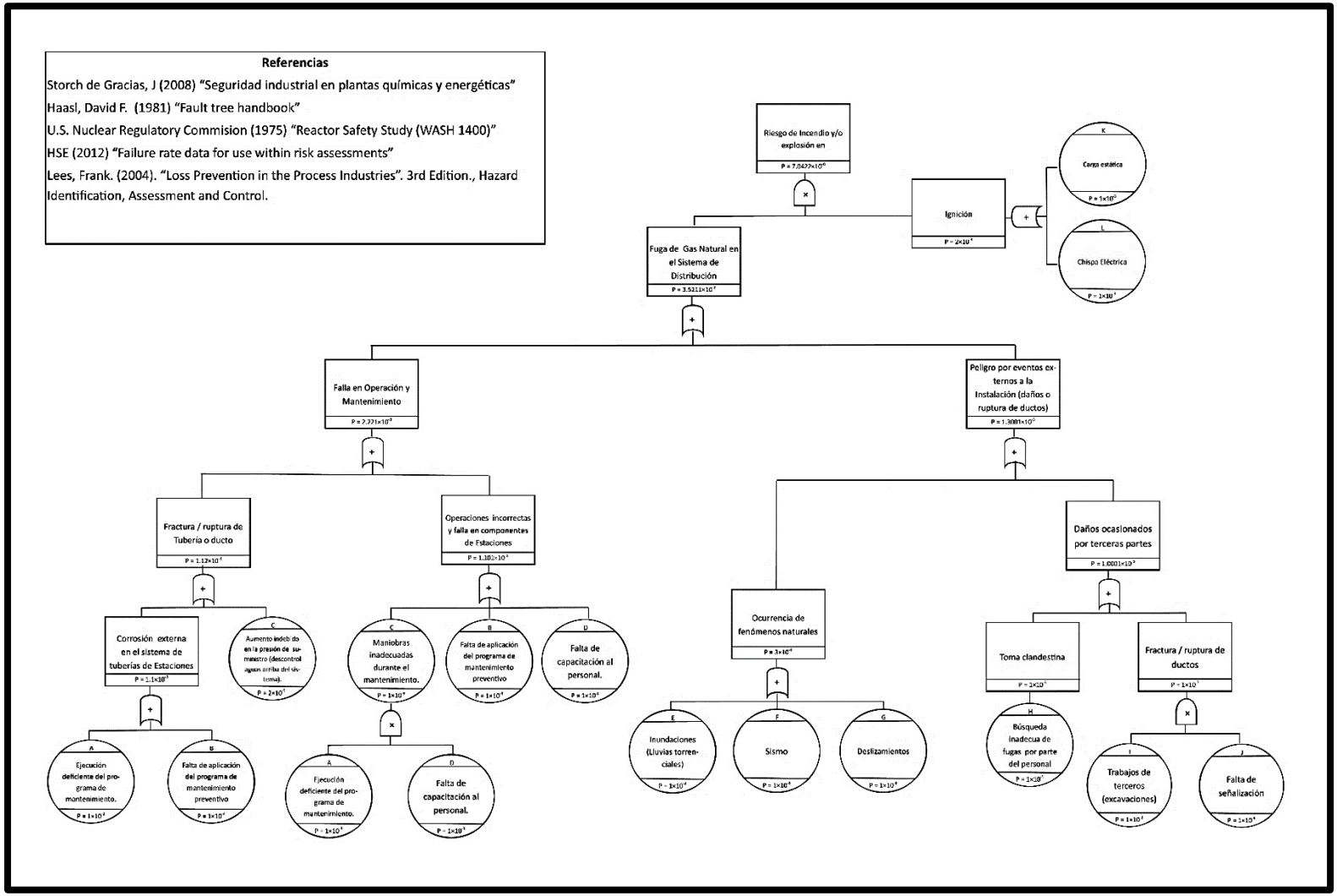


Figura IV.12. Árbol de Fallas. Riesgo de Incendio y/o explosión por la fuga de gas Natural (Ver detalle en Anexo 8. Análisis Cuantitativo).

Tabla IV.13. Resultados de Probabilidades de falla para desviaciones identificadas.

Nodo / Desviación	Descripción del Escenario		Frecuencia de falla
Instalaciones superficiales (ED, ERM y MS)			
1 / 1.12, 2 / 2.12, 3 / 3.12 y 4 / 4.12,	Golpe externo	Siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	1×10^{-5}
1 / 1.13, 2 / 2.13, 3 / 3.13 y 4 / 4.13	Golpe externo	Daño o rotura de la tubería debido a un impacto durante trabajos de mantenimiento (servicios de terceros; contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores)	2×10^{-3}
Instalaciones subterráneas (ductos de AC y PE)			
5 / 5.01, 6 / 6.01, 7 / 7.01, 8 / 8.01, 9 / 9.01 y 10 / 10.01	Fuga	Fuga de Gas Natural en ducto de A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	1×10^{-7}
11 / 11.01, 12 / 12.01, 13 / 13.01, 14 / 14.01, 15 / 15.01, 17 / 17.01 y 18 / 18.01	Fuga	Fuga de Gas Natural en ducto de PE, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	1×10^{-7}

IV.2.2. Análisis Detallado de Consecuencias

Una vez desarrollados los numerales anteriores (IV.1.5 y IV.2.1.), se definió en común acuerdo con los integrantes del equipo evaluador de estudio de riesgo, la selección de los escenarios de riesgo para la elaboración del análisis de consecuencias, estos escenarios serán presentados de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4.2.2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA. Ver Catalogo de escenarios en **Tablas IV.14 y IV.15**.

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

- La composición del Gas Natural se especifica en la hoja de datos de seguridad (HDS).
- El tiempo de duración de la fuga está concebido como el tiempo de respuesta para la atención del evento (cierre de los sistemas de bloqueo en la instalación). Para Estaciones (ED, ERM y MS) se contempló el tiempo de 1 minutos (60 segundos) para fugas y 30 segundos para las rupturas totales de las tuberías, debido a que estas, cuentan con una válvula de corte calibrada por baja presión. En el sistema de ductos de AC y PE, se consideran 30 minutos (1800 segundos), entendiendo que se tiene un sistema de bloqueo operado manualmente.
- Las condiciones meteorológicas serán bajo el siguiente criterio, de acuerdo con lo presentado en el Capítulo III de este ARSH:
  - Zona de Querétaro y El Marques
    - Estabilidad pasquil: 5.6 / D
    - Temperatura ambiental: 29.42 °C
    - Humedad Relativa: 60.01 %
  - Zona de San Juan del Rio
    - Estabilidad pasquil: 6.6 / D
    - Temperatura ambiental: 28.33 °C
    - Humedad Relativa: 63.53 %
  - Las condiciones ambientales y meteorológicas permanecen constantes durante el tiempo del evento.
- Las condiciones de operación fueron establecidas de acuerdo con los DFP´s, FOP y demás documentos proporcionados por el Regulado.

Tabla IV.14. Escenarios de Riesgo Propuestos (Instalaciones superficiales).

No.	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología HAZOP	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
Estaciones de Distribución (ED)											
1	E01-PC-ED01-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 100% de 3" Ø) en la Estación Distrital (ED), a causa de un siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	Nodo 1, desviación 1.12	B	3"	21	20	30	29.42	60.01	5.6 / D
2	E02-CMP-ED01-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación Distrital (ED), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.	Nodo 1, desviación 1.13	B	0.6"	21	20	60	29.42	60.01	5.6 / D
Estaciones de Regulación y Medición (ERM´s)											
3	E03-PC-ERM02-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 100% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), a causa de un siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	Nodo 2, desviación 2.12	B	3"	21	20	30	28.33	63.53	6.6 / D
4	E04-CMP-ERM02-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.	Nodo 2, desviación 2.13	B	0.6"	21	20	60	28.33	63.53	6.6 / D
5	E05-PC-ERM03-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 100% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición	Nodo 3, desviación 3.12	B	3"	4	20	30	28.33	63.53	6.6 / D

No.	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología HAZOP	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
		(ERM), a causa de un siniestro externo (choque de vehículo con instalación).									
6	E06-CMP-ERM03-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.	Nodo 3, desviación 3.13	B6	0.6"	4	20	60	28.33	63.53	6.6 / D
Estaciones Tipo Metering Set (MS)											
7	E07-PC-MS04-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 100% de 1" Ø) en la Estación tipo Metering Set (MS), a causa de un siniestro externo (choque de vehículo con instalación).	Nodo 4, desviación 4.12	B	1"	4	20	30	29.42	60.01	5.6 / D
8	E08-CMP-MS04-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 1" Ø) en la Estación tipo Metering Set (MS), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.	Nodo 4, desviación 4.13	B	0.2"	4	20	60	29.42	60.01	5.6 / D

Nota 1. Claves de escenarios;

E1 (Número consecutivo del Escenario propuesto).
PC/CMP (Tipo de caso); **CMP** = Caso Más Probable y/o **PC** =Peor caso (considerando la gravedad de las consecuencias, liberación masiva, rotura total de tubería/ducto y/o recipiente/equipo).
ED/ERM/MS (Código Asignado a la instalación donde se propone el escenario): **ED** = estaciones de distribución, **ERM** = Estación de regulación y Medición y **MS** = Estaciones Tipo Metering Set.
QRO (Clave asignada al Proyecto denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales").

Tabla IV.15. Escenarios de Riesgo Propuestos (Instalaciones subterráneas).

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
Gasoductos de A.C.											
9	E09-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 12" Ø) en gasoducto de 12" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 5, desviación 5.01	B	12"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
10	E10-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 12" Ø) en gasoducto de 12" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 5, desviación 501	A	2.4"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
11	E11-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 6, desviación 6.01	B	6"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
12	E12-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 6" Ø) en gasoducto de 6" A.C. ((Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 6, desviación 6.01	B	1.2"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
13	E13-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en gasoducto de 4" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 7, desviación 7.01	B	4"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
14	E14-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 4" Ø) en gasoducto de 4" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 7, desviación 7.01	B	0.8"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
15	E15-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 3" Ø) en gasoducto de 3" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 8, desviación 8.01	B	3"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
16	E16-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 3" Ø) en gasoducto de 3" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 8, desviación 8.01	B	0.6"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
17	E17-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros,	Nodo 9, desviación 9.01	B	2"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
		derivado de actividades de mantenimiento / excavación.									
18	E18-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 9, desviación 9.01	B	0.4"	21	20	1,800	28.33	63.53	6.6 / D
19	E19-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 10, desviación 10.01	B	2"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
20	E20-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 10, desviación 10.01	B	0.4"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
Gasoductos de PE											
21	E21-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 8" Ø) en gasoducto de 8" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 11, desviación 11.01	B	8"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
22	E22-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 8" Ø) en gasoducto de 8" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros,	Nodo 11, desviación 11.01	B	1.6"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
		derivado de actividades de mantenimiento / excavación.									
23	E23-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 12, desviación 12.01	B	6"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
24	E24-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 6" Ø) en gasoducto de 6" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 12, desviación 12.01	B	1.2"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
25	E25-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en gasoducto de 4" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 13, desviación 13.01	B	4"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
26	E26-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 4" Ø) en gasoducto de 4" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 13, desviación 13.01	B	0.8"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
27	E27-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 3" Ø) en gasoducto de 3" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 14, desviación 14.01	B	3"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
28	E28-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 3" Ø) en gasoducto de 3" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 14, desviación 14.01	B	0.6"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
29	E29-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 15, desviación 15.01	B	2"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
30	E30-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 15, desviación 15.01	B	0.4"	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
31	E31-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 100% de 110 mm Ø) en gasoducto de 110 mm PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 17, desviación 17.01	B	110 mm	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
32	E32-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 110 mm Ø) en gasoducto de 110 mm PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 17, desviación 17.01	B	22 mm	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D
33	E33-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 100% de 63 mm Ø)	Nodo 18, desviación 18.01	B	63 mm	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D

No	Clave de escenario (Nota 1)	Descripción del escenario identificado	Correspondencia de Escenario en metodología WHAT IF?	Nivel de Riesgo	Diámetro de fuga (pulgadas o mm)	Condiciones de Operación		Duración de la fuga (seg.)	Condiciones meteorológicas		
						Presión (bar)	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Estabilidad pasquil
		en gasoducto de 63 mm PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.									
34	E34-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 63 mm Ø) en gasoducto de 63 mm PE., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	Nodo 18, desviación 18.01	B	12.6 mm	4	20	1,800	29.42	60.01	5.6 / D

Nota 1. Claves de escenarios;

E1 (Número consecutivo del Escenario propuesto).
PC/CMP (Tipo de caso); **CMP** = Caso Más Probable y/o **PC** =Peor caso (considerando la gravedad de las consecuencias, liberación masiva, rotura total de tubería/ducto y/o recipiente/equipo).
GDAC /GDPE (Código Asignado a la instalación donde se propone el escenario): **GDAC** = Gasoductos de Acero al carbón y **GDPE** = Gasoductos de Polietileno.
QRO (Clave asignada al Proyecto denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales").

Derivado de los escenarios seleccionados para las simulaciones, se presentan en el **Anexo 9** los datos empleados en cada escenario y los resultados para cada evento de riesgo de acuerdo con el Anexo 2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA, presentando los criterios técnicos para determinar los datos alimentados al simulador, presiones, temperaturas de operación y los diámetros del orificio considerados.

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

Tabla IV.16. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

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

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO V

REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Contenido

V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. 6

Figuras

Figura V.1. Escenario E01-PC-ED01-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED). 7
Figura V.2. Escenario E01-PC-ED01-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED). 8
Figura V.3. Escenario E02-CMP-ED01-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED). 9
Figura V.4. Escenario E02-CMP-ED01-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED). 10
Figura V.5. Escenario E03-PC- ERM02-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Alta Presión). 11
Figura V.6. Escenario E03-PC- ERM02-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Alta Presión). 12
Figura V.7. Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Alta Presión). 13
Figura V.8. Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Alta Presión). 14
Figura V.9. Escenario E05-PC- ERM03-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Baja Presión). 15
Figura V.10. Escenario E05-PC- ERM03-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Baja Presión). 16
Figura V.11. Escenario E06-CMP-ERM03-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Baja Presión). 17
Figura V.12. Escenario E07-PC-MS04-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación tipo Metering Set (Baja presión) 18
Figura V.13. Escenario E09-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C. 19
Figura V.14. Escenario E09-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C. 20
Figura V.15. Escenario E10-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C. 21
Figura V.16. Escenario E10-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C. 22
Figura V.17. Escenario E11-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C. 23
Figura V.18. Escenario E11-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C. 24
Figura V.19. Escenario E12-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C. 25

Figura V.20. Escenario E12-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C. 26
Figura V.21. Escenario E13-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C. 27
Figura V.22. Escenario E13-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C. 28
Figura V.23. Escenario E14-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C. 29
Figura V.24. Escenario E14-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C. 30
Figura V.25. Escenario E15-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C. 31
Figura V.26. Escenario E15-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C. 32
Figura V.27. Escenario E16-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C. 33
Figura V.28. Escenario E16-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C. 34
Figura V.29. Escenario E17-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. 35
Figura V.30. Escenario E17-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. 36
Figura V.31. Escenario E18-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. 37
Figura V.32. Escenario E18-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. 38
Figura V.33. Escenario E19-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión). 39
Figura V.34. Escenario E19-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión). 40
Figura V.35. Escenario E20-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión). 41
Figura V.36. Escenario E20-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión). 42
Figura V.37. Escenario E21-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD. 43
Figura V.38. Escenario E21-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD. 44
Figura V.39. Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD. 45
Figura V.40. Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD. 46

Figura V.41. Escenario E23-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD. 47
Figura V.42. Escenario E23-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD. 48
Figura V.43. Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD. 49
Figura V.44. Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD. 50
Figura V.45. Escenario E25-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD. 51
Figura V.46. Escenario E25-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD. 52
Figura V.47. Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD. 53
Figura V.48. Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD. 54
Figura V.49. Escenario E27-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD. 55
Figura V.50. Escenario E27-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD. 56
Figura V.51. Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD. 57
Figura V.52. Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD. 58
Figura V.53. Escenario E29-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD. 59
Figura V.54. Escenario E29-PC-GDPE-QRO - (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD. 60
Figura V.55. Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD. 61
Figura V.56. Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD. 62
Figura V.57. Escenario E31-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD. 63
Figura V.58. Escenario E31-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD. 64
Figura V.59. Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD. 65
Figura V.60. Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD. 66
Figura V.61. Escenario E33-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63mm de PEAD. 67

Figura V.62. Escenario E33-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63 mm de PEAD. 68
Figura V.63. Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63mm de PEAD. 69
Figura V.64. Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63 mm de PEAD. 70

Anexos

Anexo 9 Resultados de Simulaciones

V. Representación en planos de los Radios Potenciales de Afectación

A continuación, se representan los Radios Potenciales de afectación resultantes para los Escenarios de Riesgo propuestos en el presente Estudio de riesgo, indicando las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento. En las siguientes figuras puede observarse que las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) están representadas con el color rojo y las Zonas de Amortiguamiento (ZA) de color verde, además se indican las distancias de afectación para cada uno de estos radios y se adicionan los radios de afectación para la Zona de Alto Riesgo por daño a equipos (ZAR-PDE), que en el caso de radiación va en un rango de 12.5 KW/m^2 a 37.5 KW/m^2, y para el caso de eventos de sobrepresión va de 3 lb/in^2 (psi) a 10 lb/in^2 (psi), de igual manera se muestran sus distancias de afectación en cada uno de los escenarios.

Para mayor detalle, **Ver Anexo 9c. Radios de Afectación**

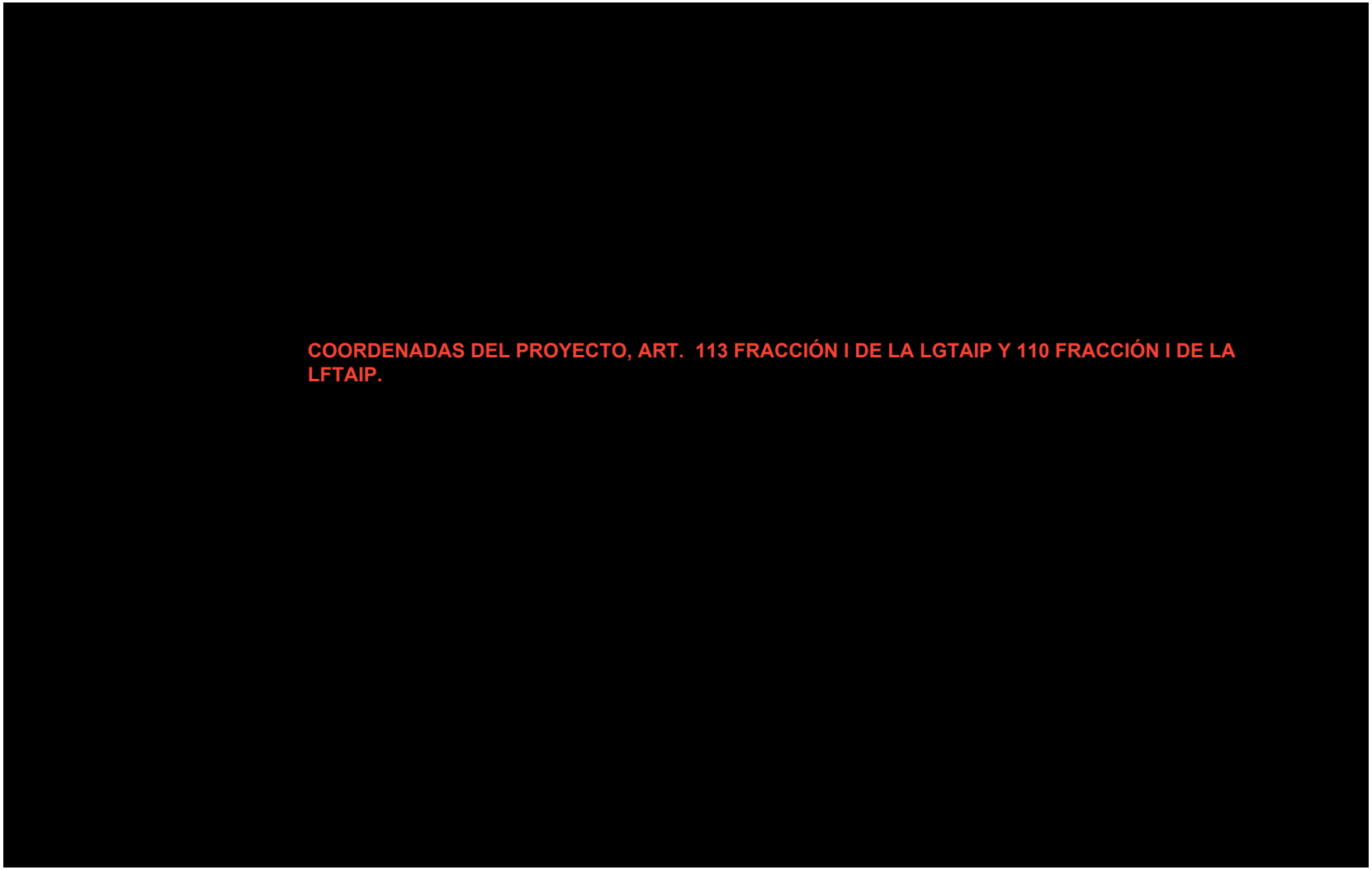


Figura V.1. Escenario E01-PC-ED01-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED).

Figura V.2. Escenario E01-PC-ED01-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED).

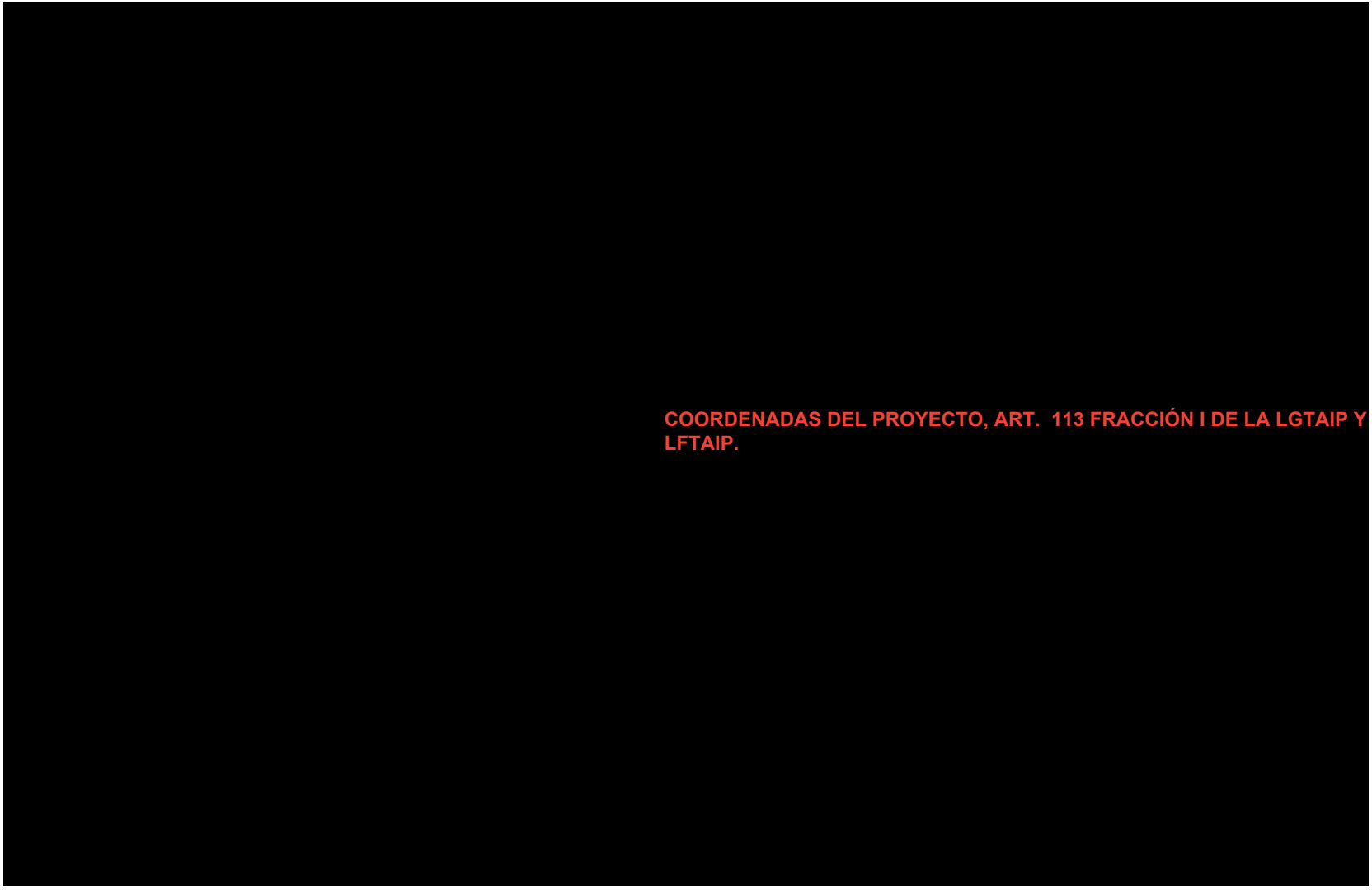


Figura V.3. Escenario E02-CMP-ED01-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED).

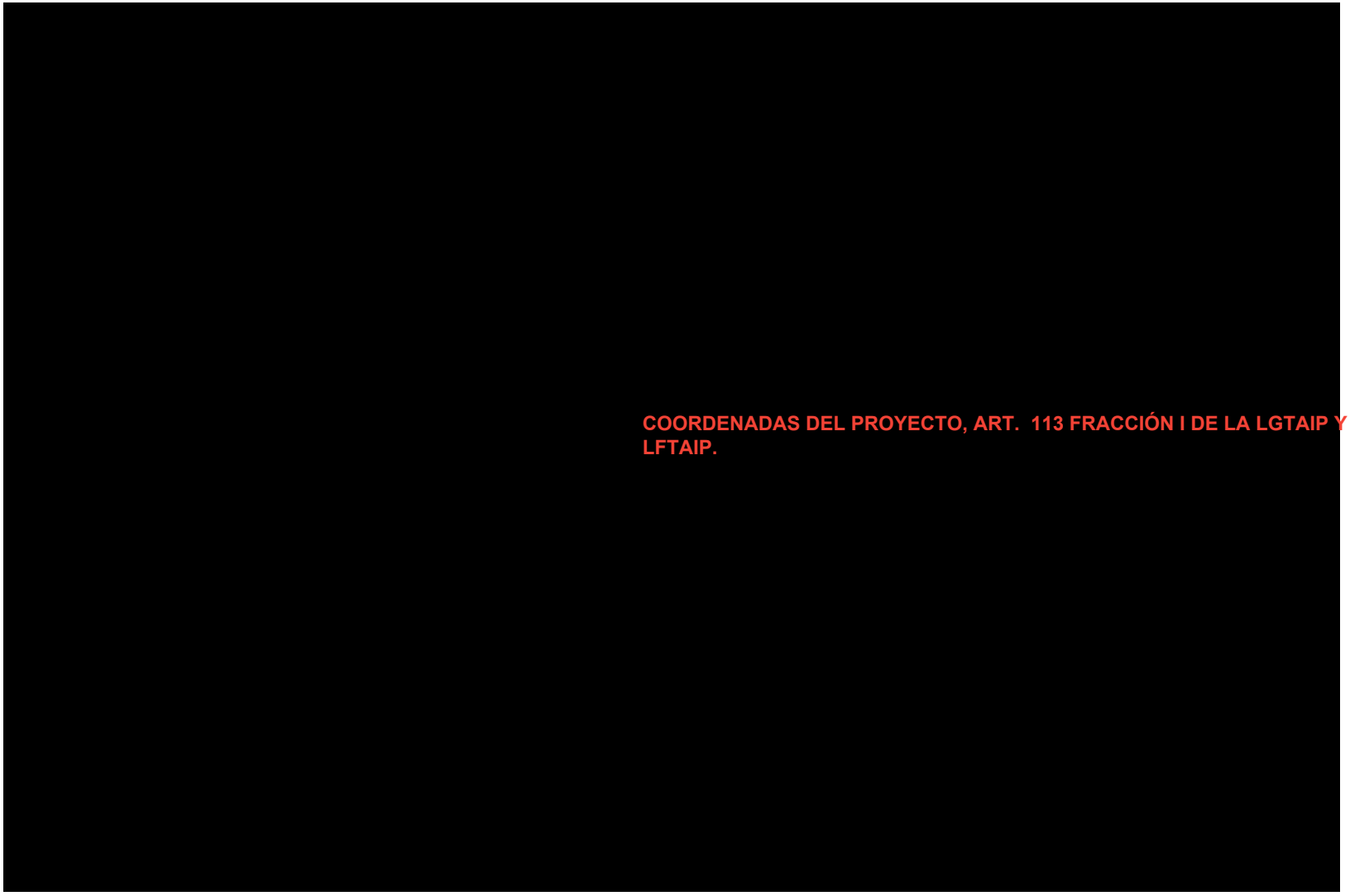


Figura V.4. Escenario E02-CMP-ED01-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación Distrital (ED).

Figura V.5. Escenario E03-PC- ERM02-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Alta Presión).

Figura V.6. Escenario E03-PC- ERM02-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Alta Presión).

Figura V.7. Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Alta Presión).

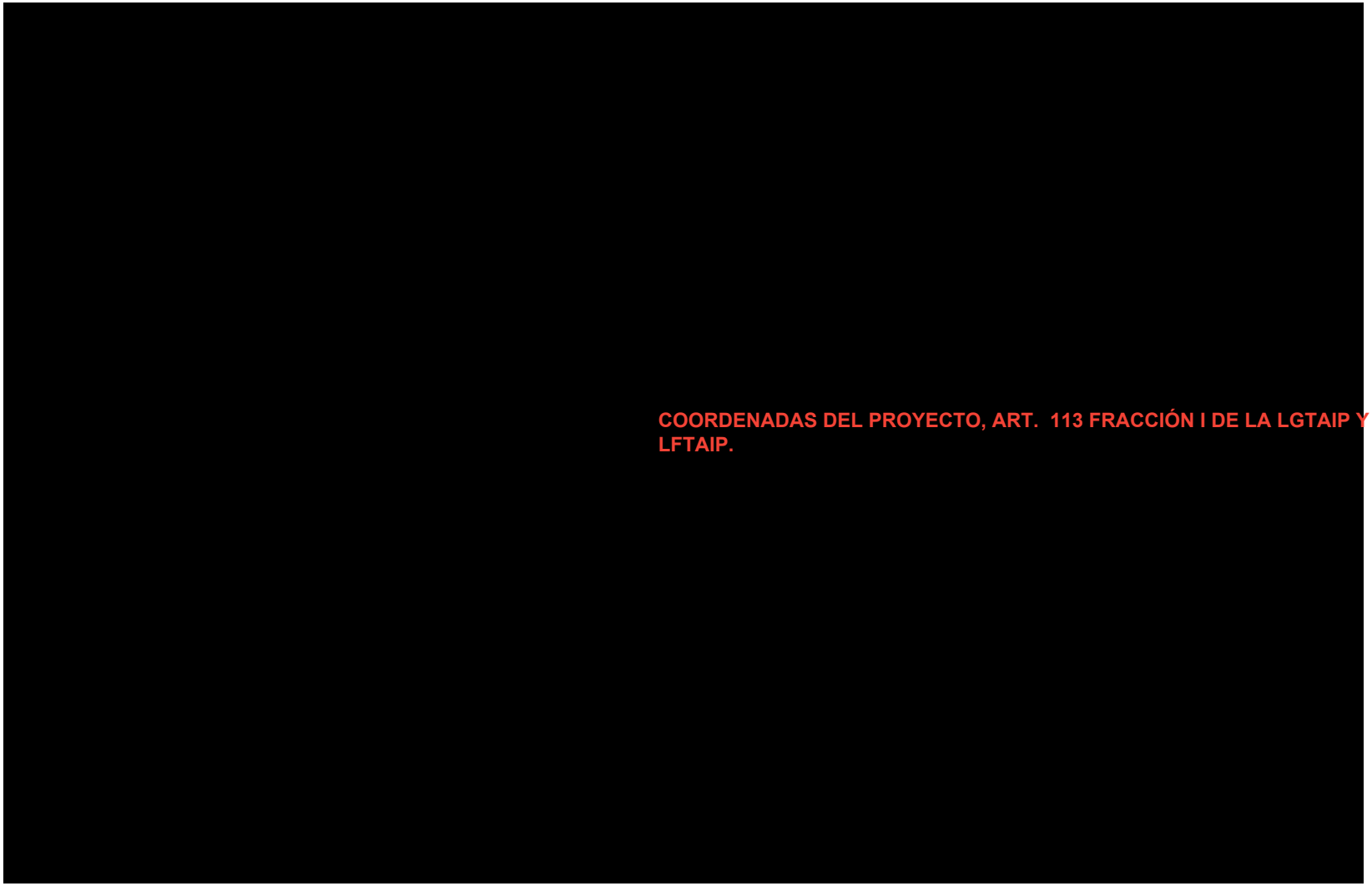


Figura V.8. Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Alta Presión).

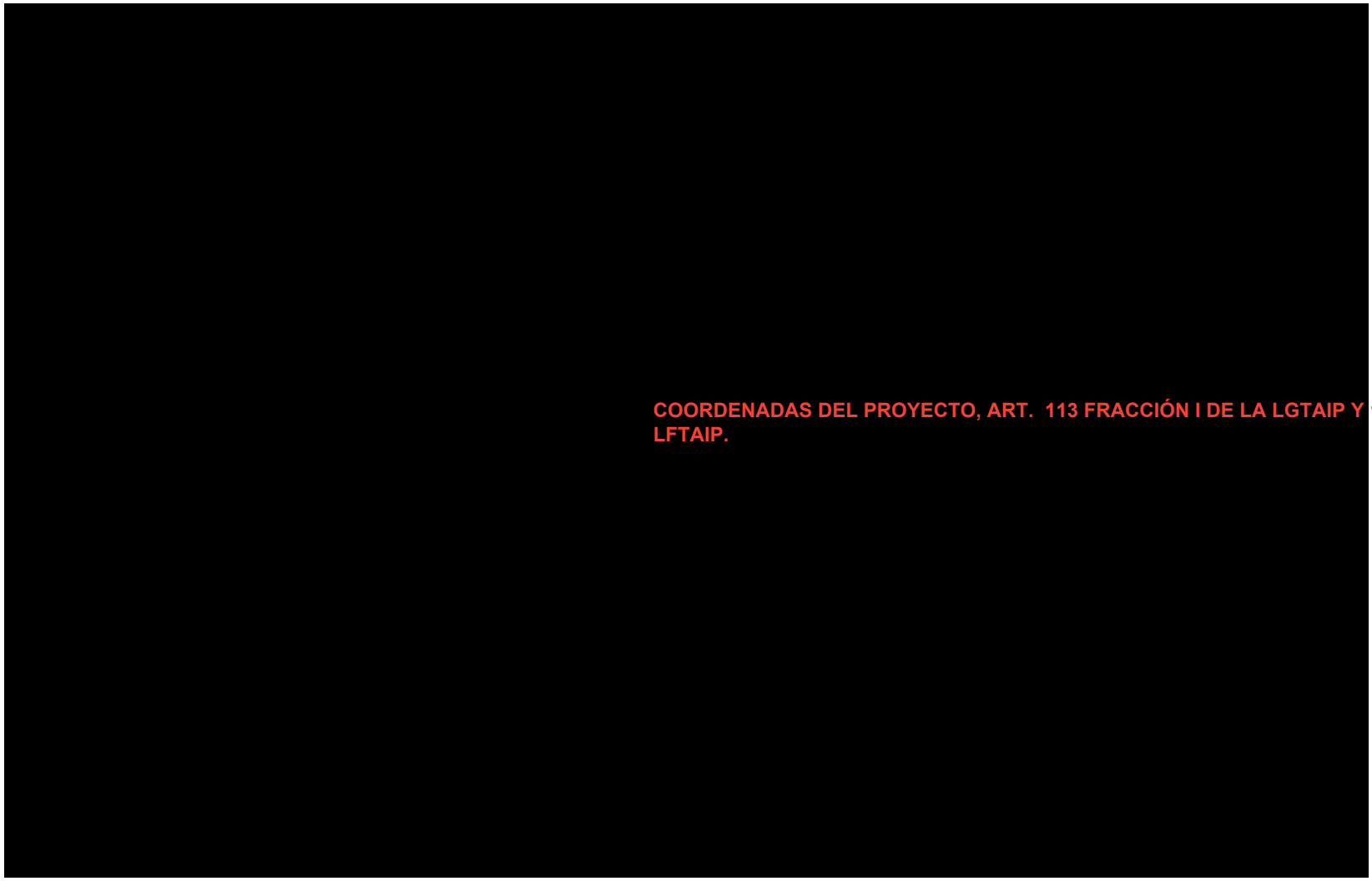


Figura V.9. Escenario E05-PC- ERM03-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Baja Presión).

Figura V.10. Escenario E05-PC- ERM03-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Área de la ERM (Baja Presión).

Figura V.11. Escenario E06-CMP-ERM03-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación ERM (Baja Presión).

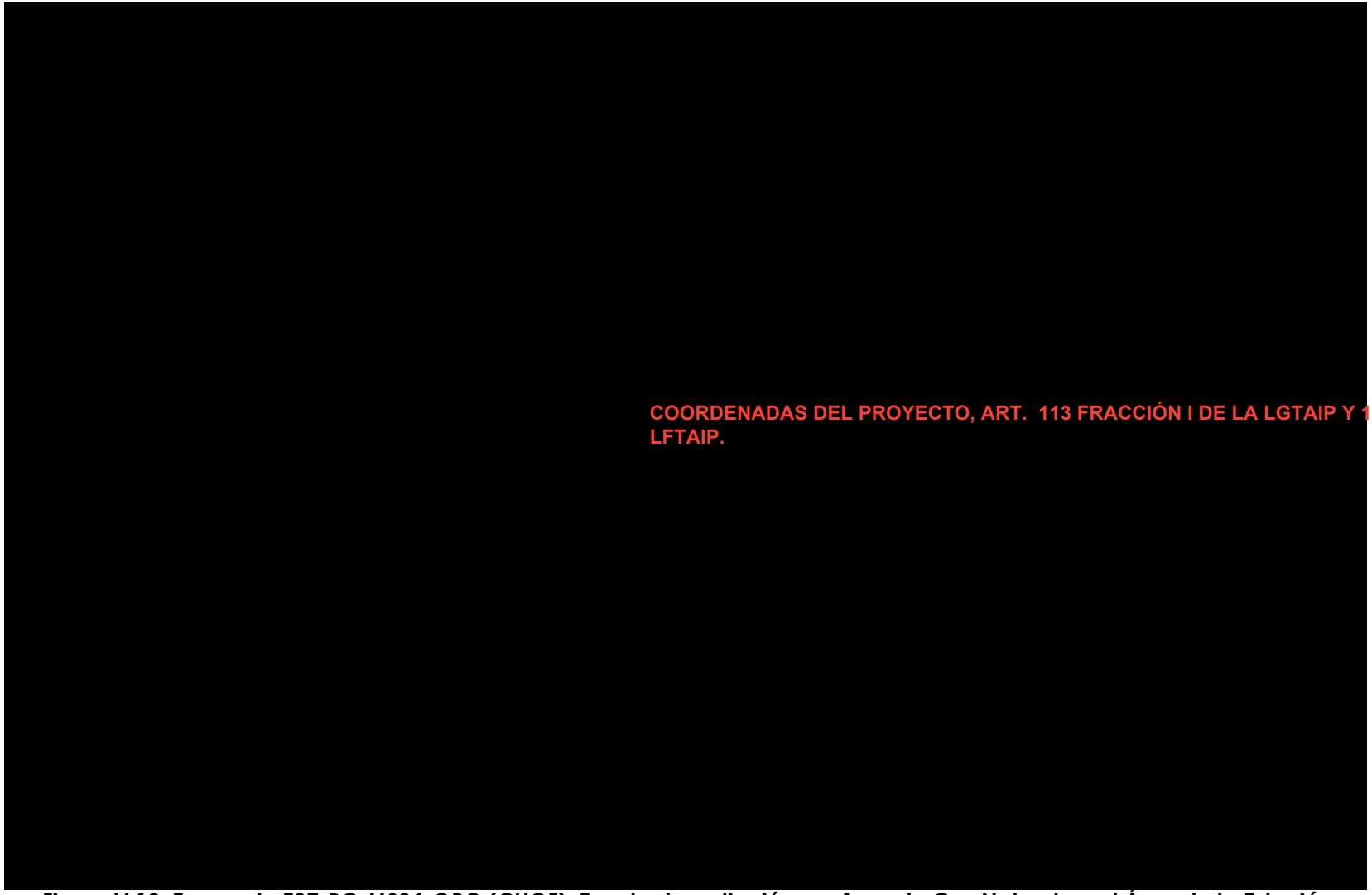


Figura V.12. Escenario E07-PC-MS04-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Área de la Estación tipo Metering Set (Baja presión)

Figura V.13. Escenario E09-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C.

Figura V.14. Escenario E09-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C.

Figura V.15. Escenario E10-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C.

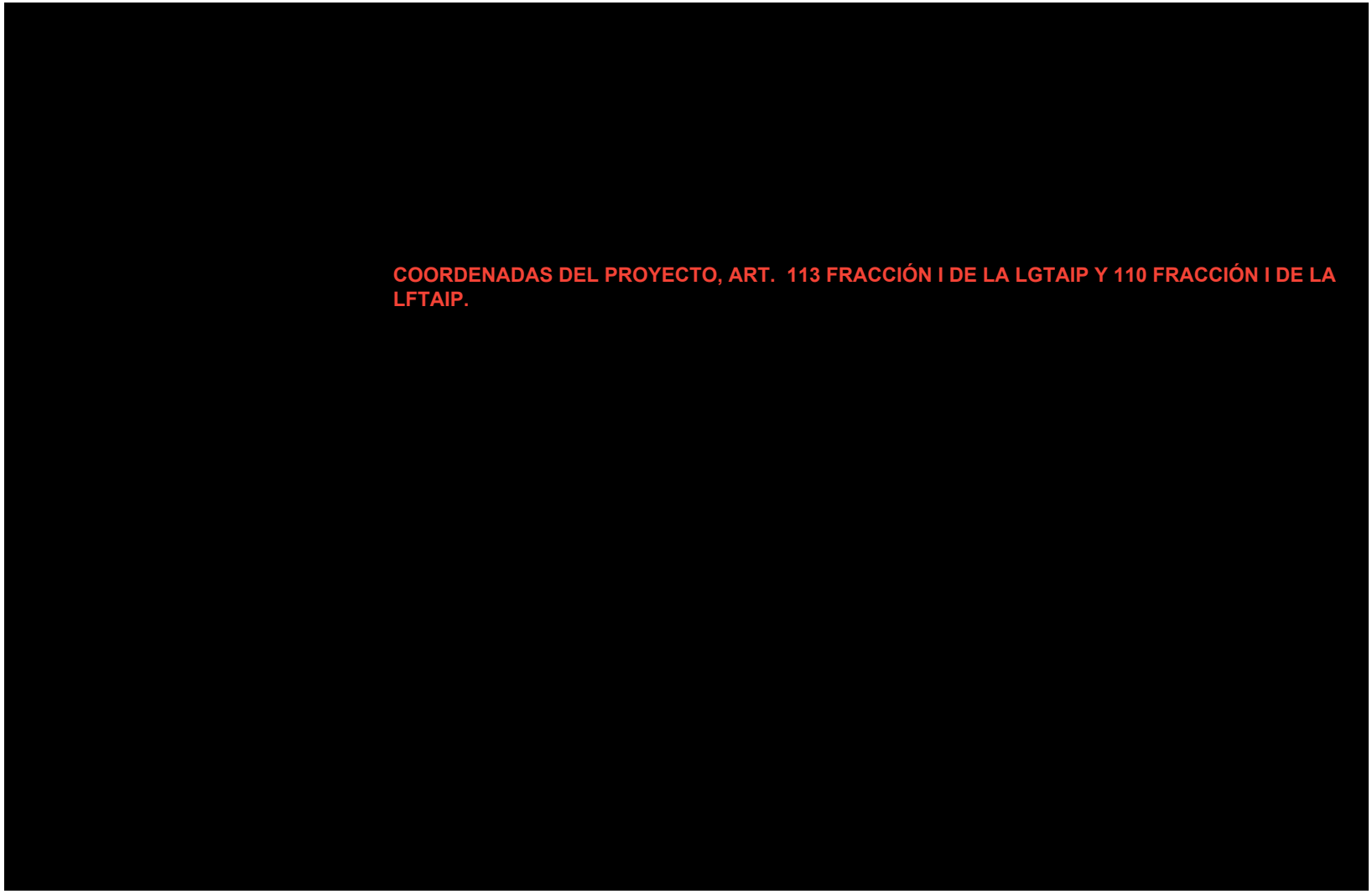


Figura V.16. Escenario E10-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 12" de A.C.

Figura V.17. Escenario E11-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C.

Figura V.18. Escenario E11-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C.

Figura V.19. Escenario E12-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C.

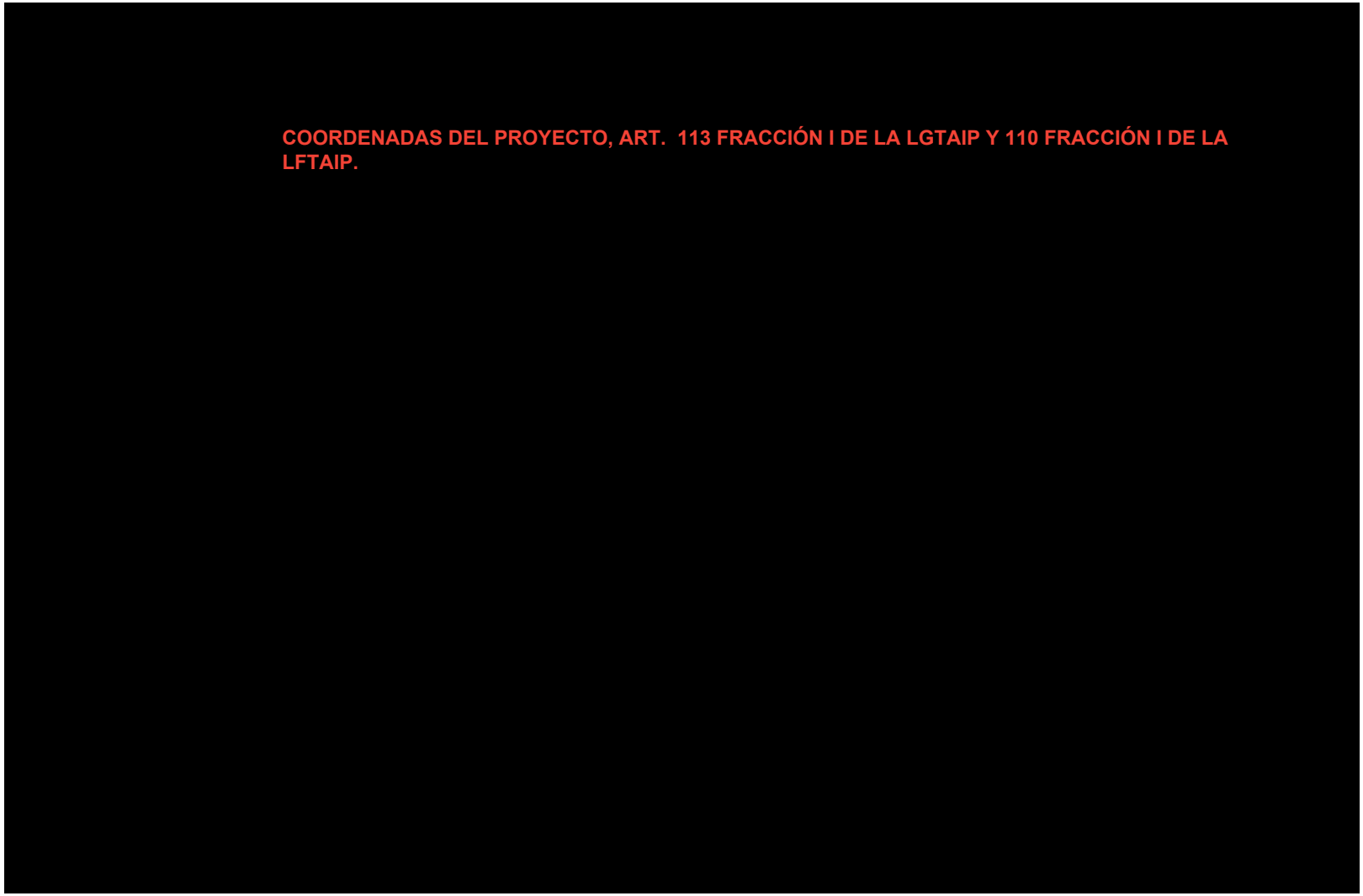


Figura V.20. Escenario E12-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de A.C.

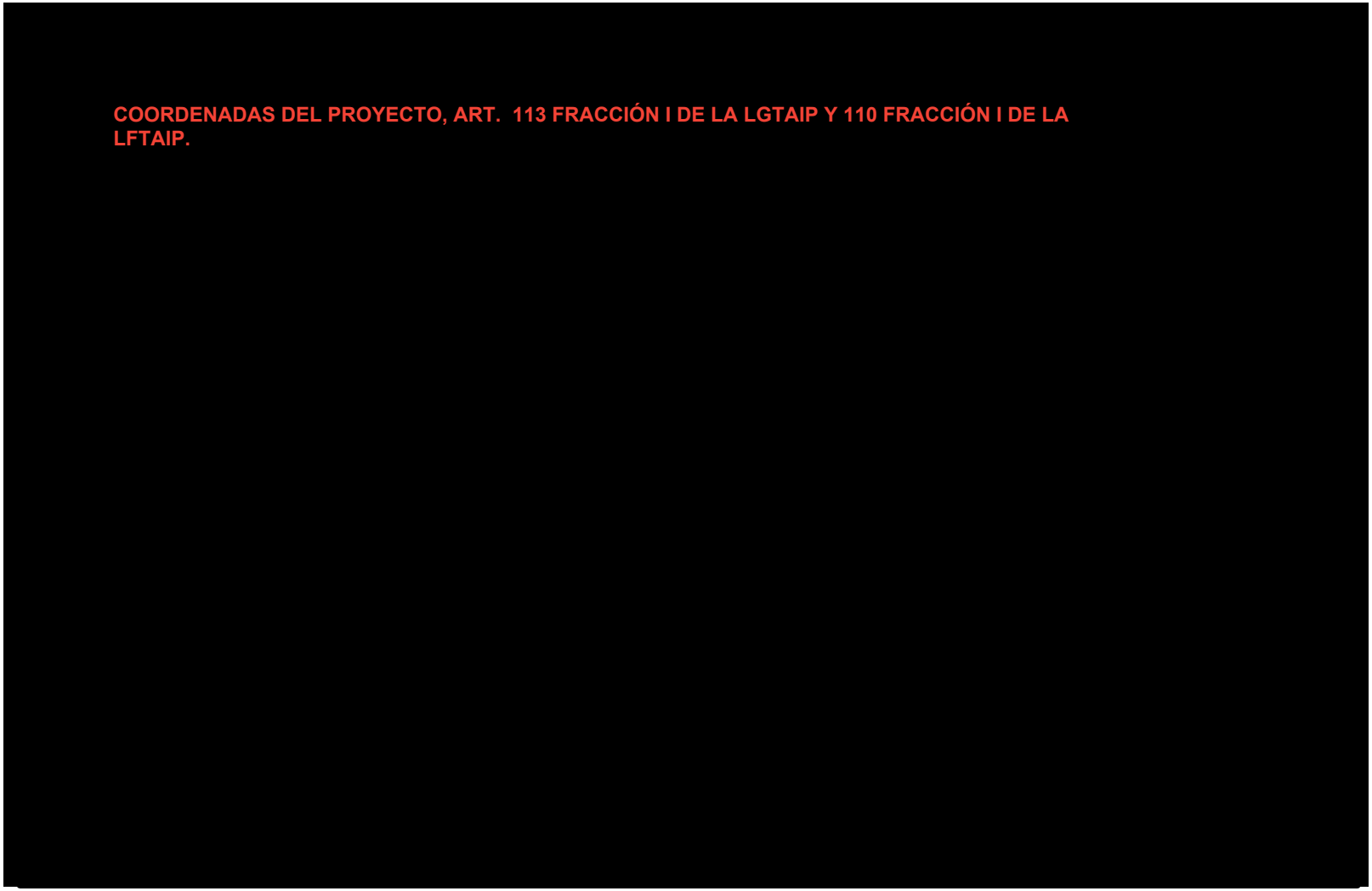


Figura V.21. Escenario E13-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C.

Figura V.22. Escenario E13-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C.

Figura V.23. Escenario E14-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C.

Figura V.24. Escenario E14-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de A.C.

Figura V.25. Escenario E15-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C.

Figura V.26. Escenario E15-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C.

Figura V.27. Escenario E16-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C.

Figura V.28. Escenario E16-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de A.C.

Figura V.29. Escenario E17-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C.

Figura V.30. Escenario E17-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C.

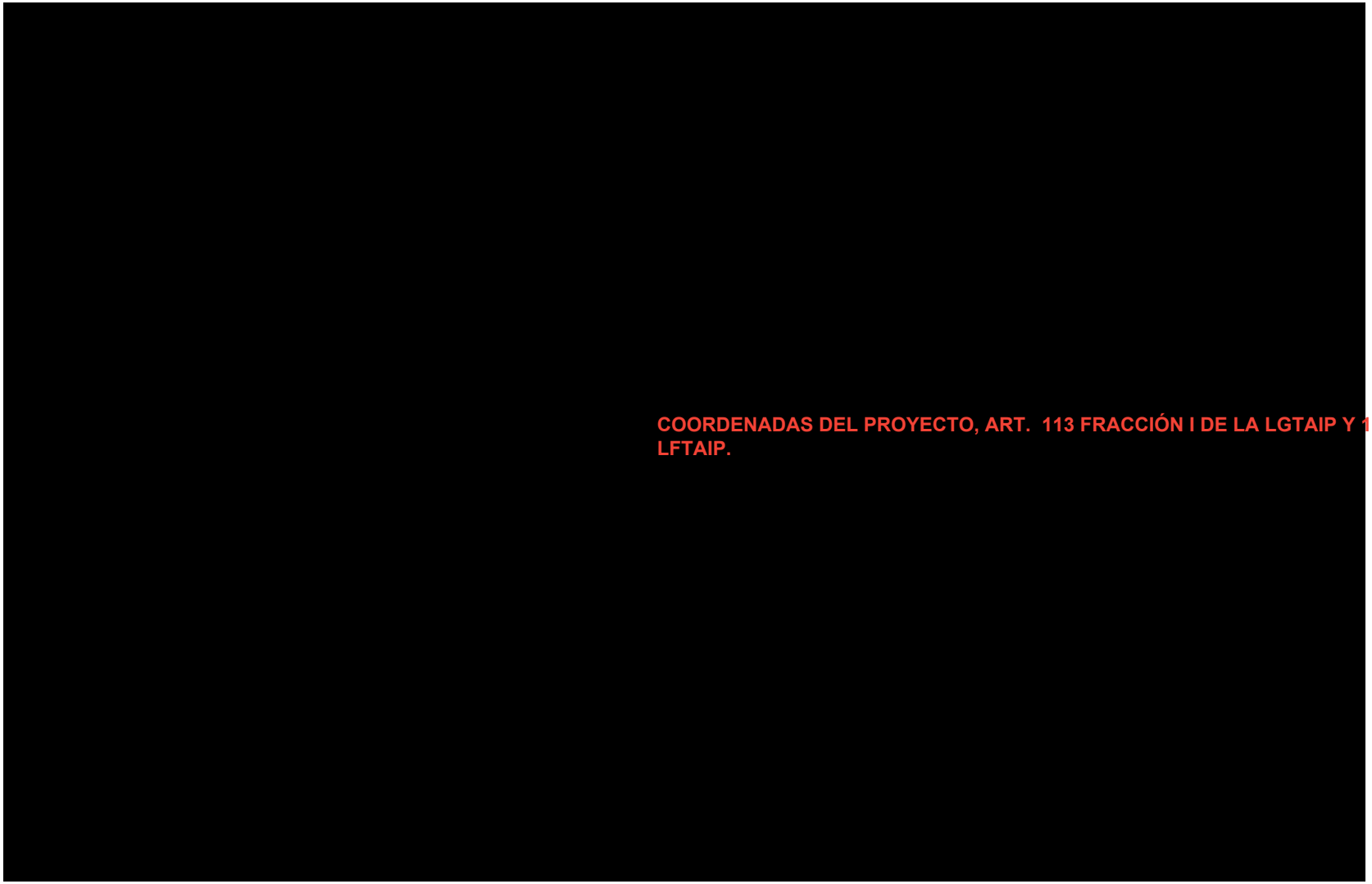


Figura V.31. Escenario E18-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C.

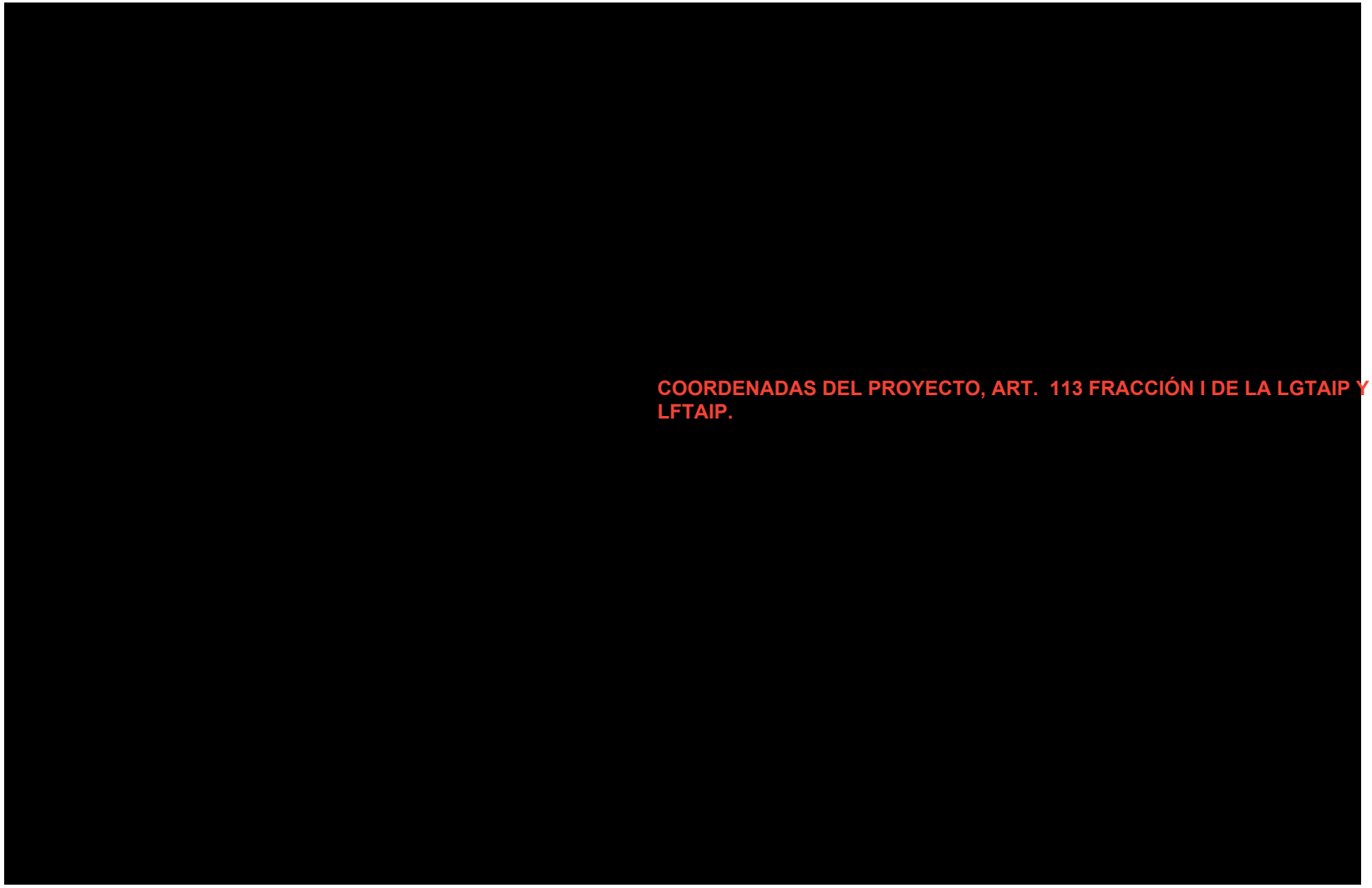


Figura V.32. Escenario E18-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C.

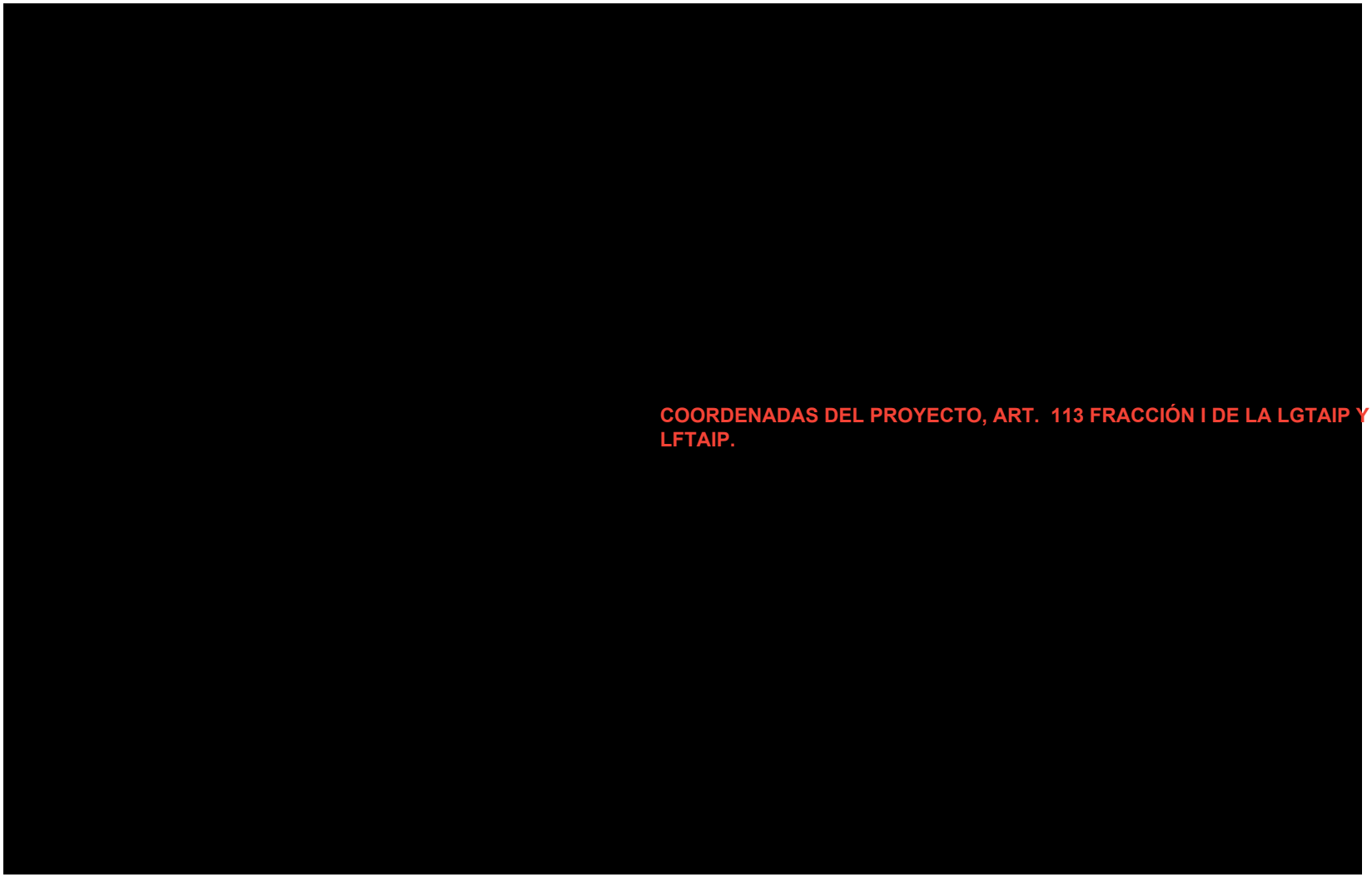


Figura V.33. Escenario E19-PC-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión).

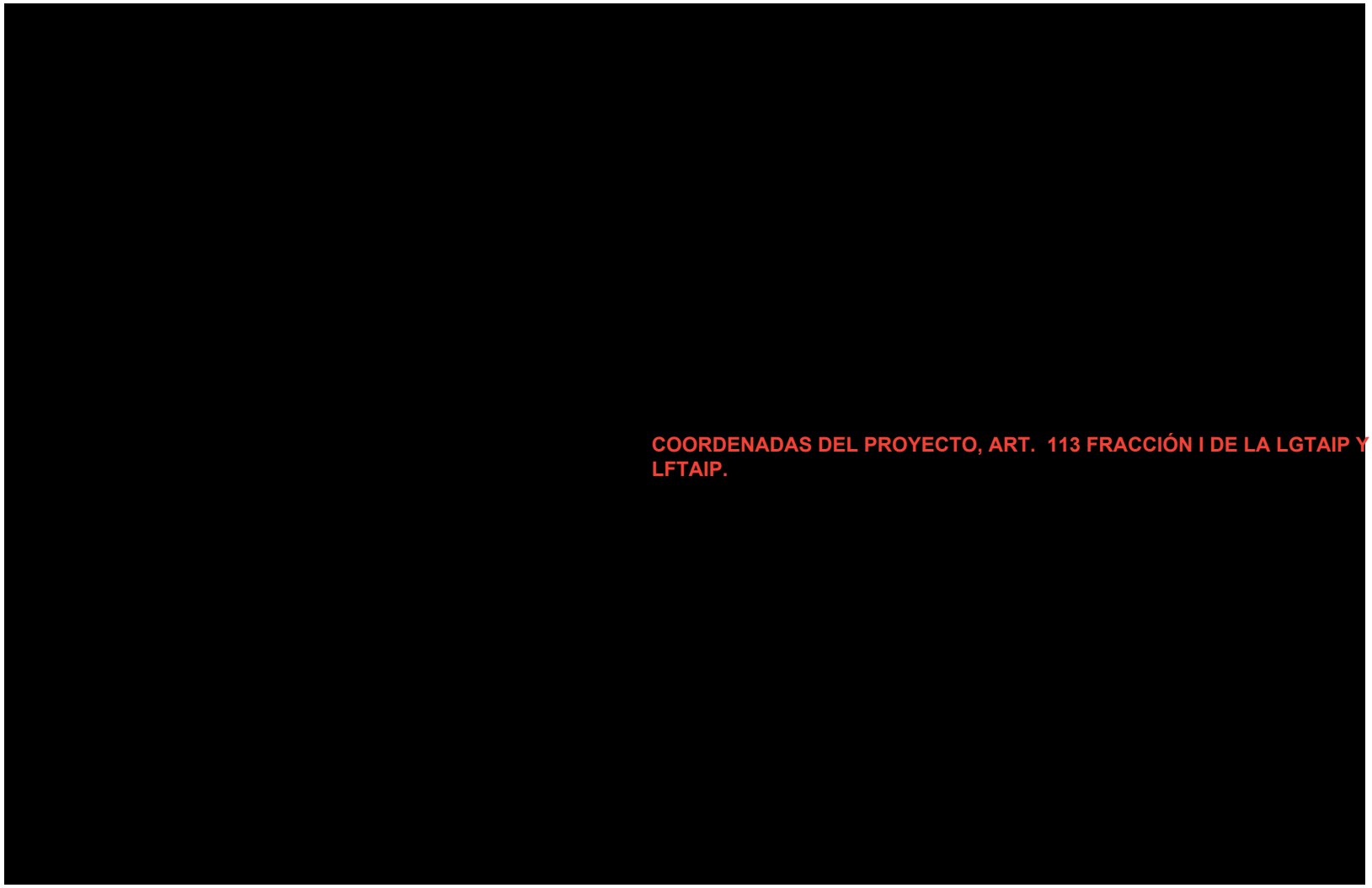


Figura V.34. Escenario E19-PC-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión).

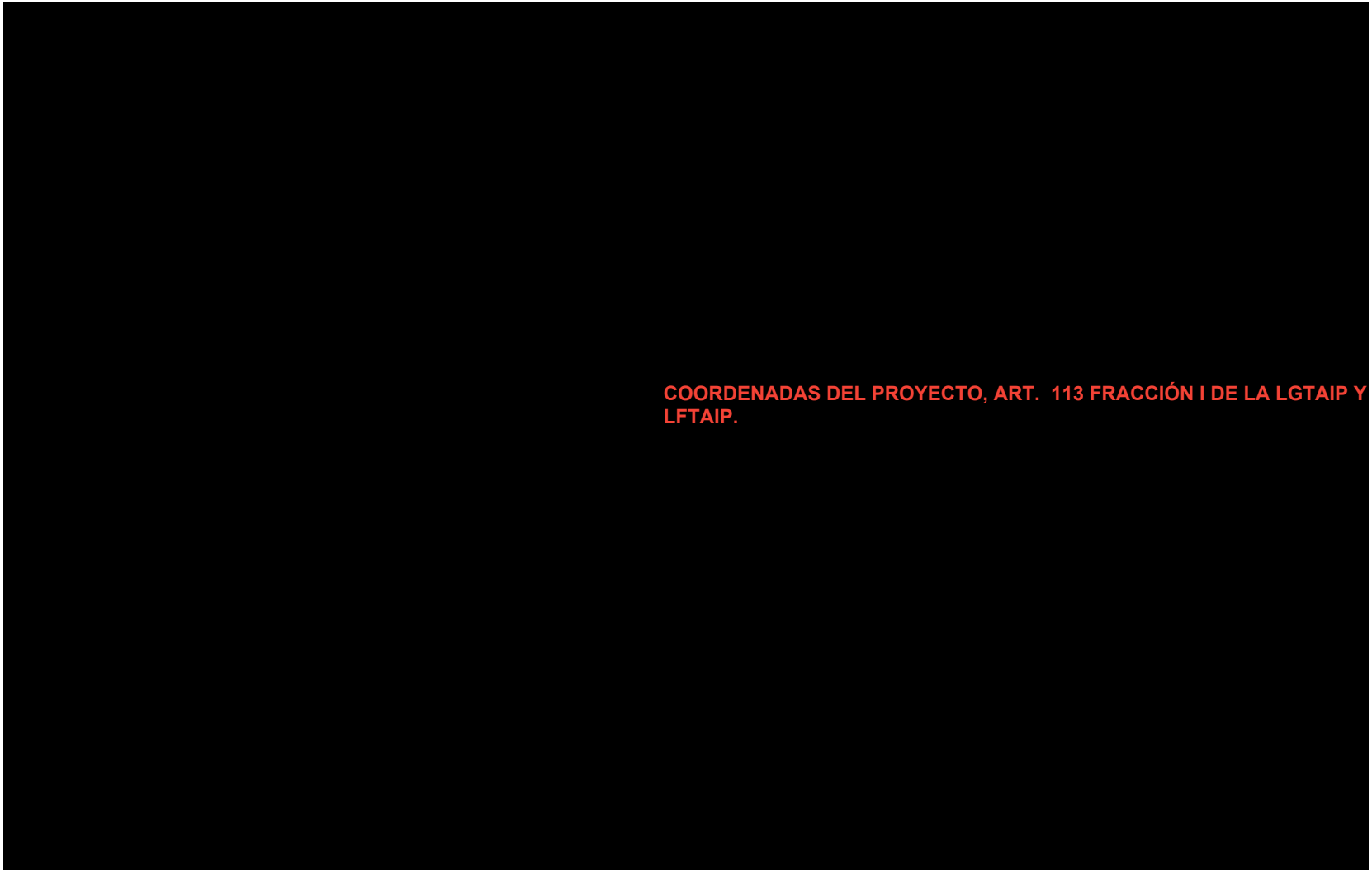


Figura V.35. Escenario E20-CMP-GDAC-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión).

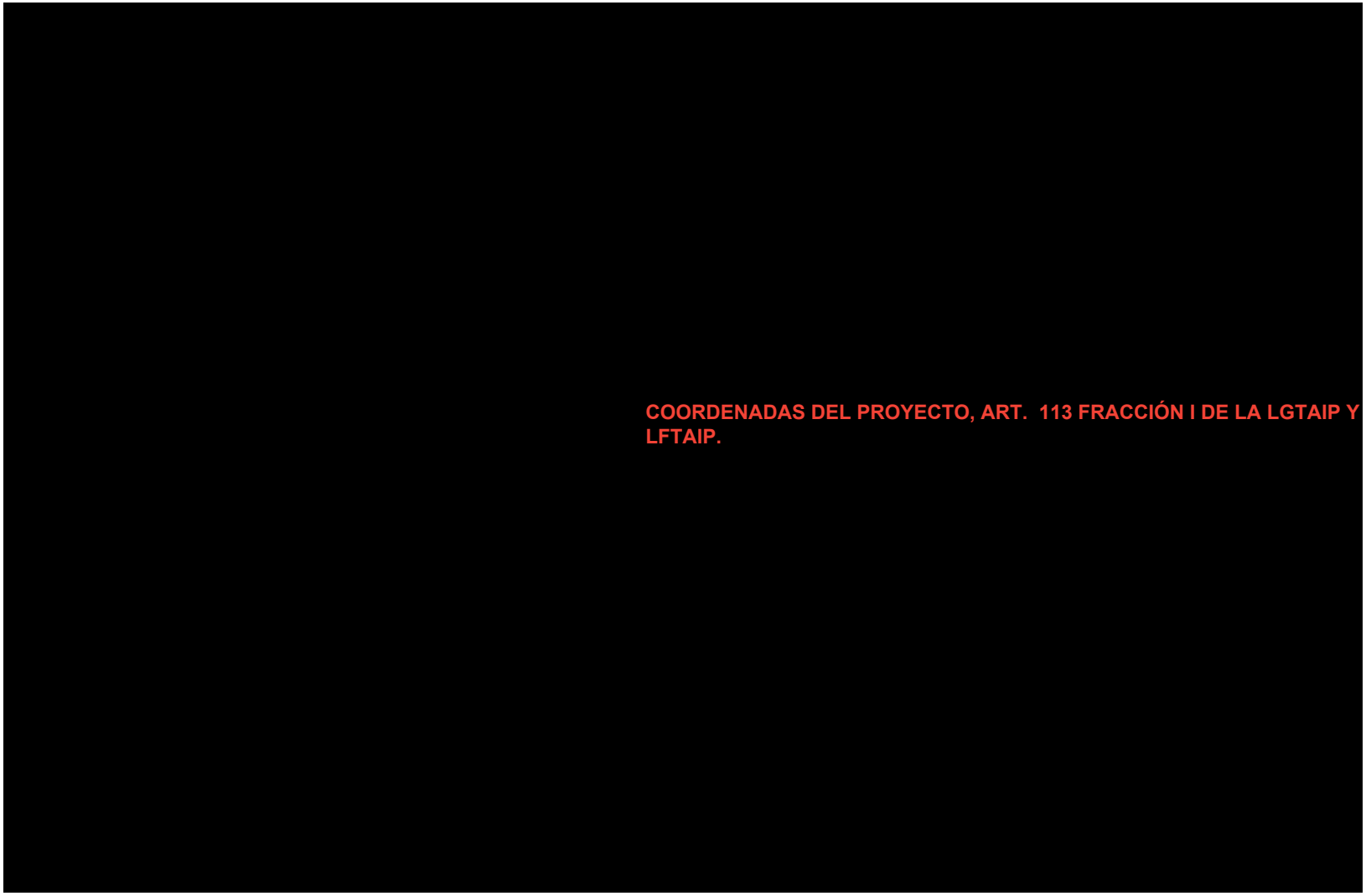


Figura V.36. Escenario E20-CMP-GDAC-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de A.C. (Baja presión).

Figura V.37. Escenario E21-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD.

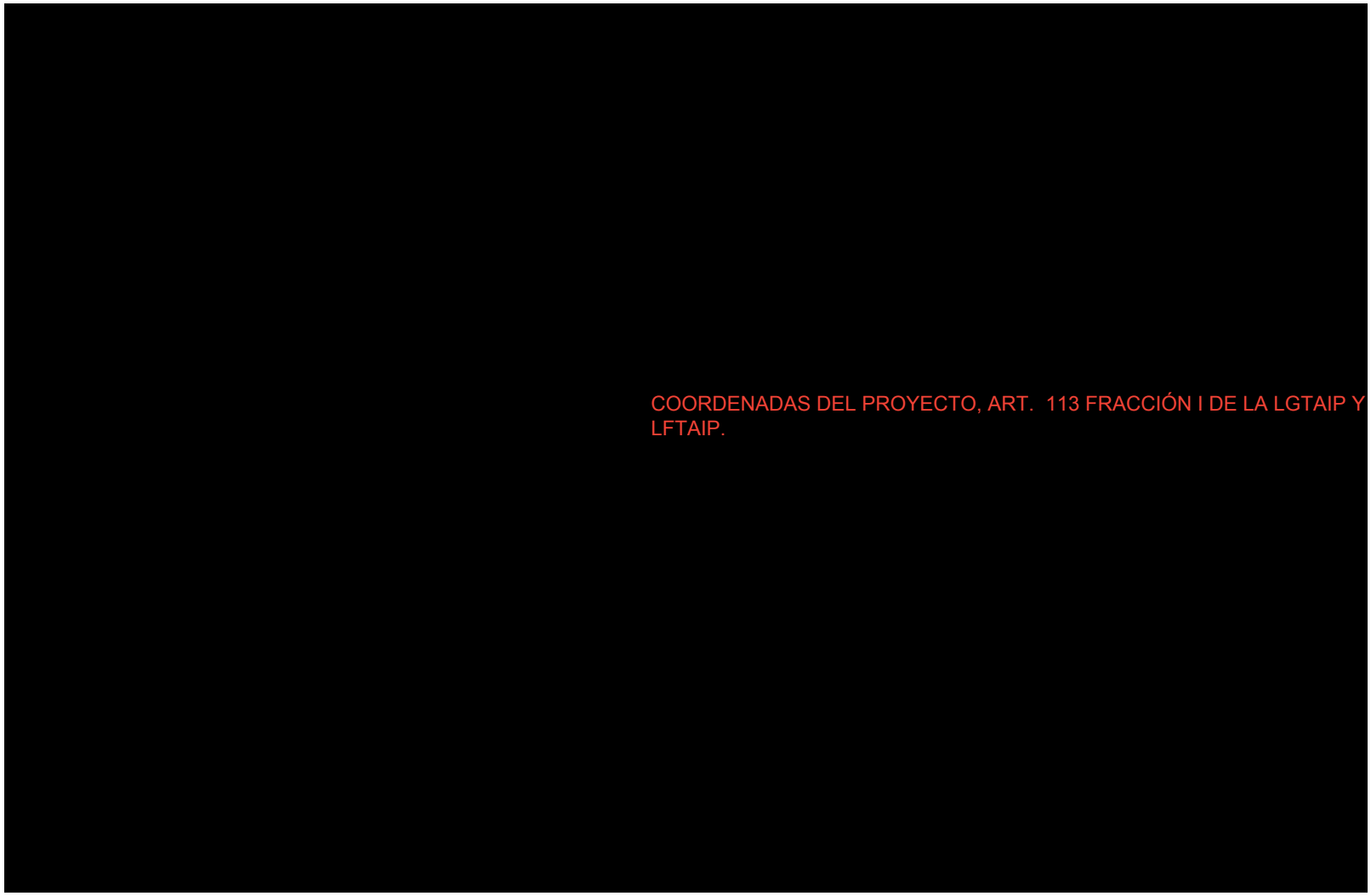


Figura V.38. Escenario E21-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD.

Figura V.39. Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD.

Figura V.40. Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 8" de PEAD.

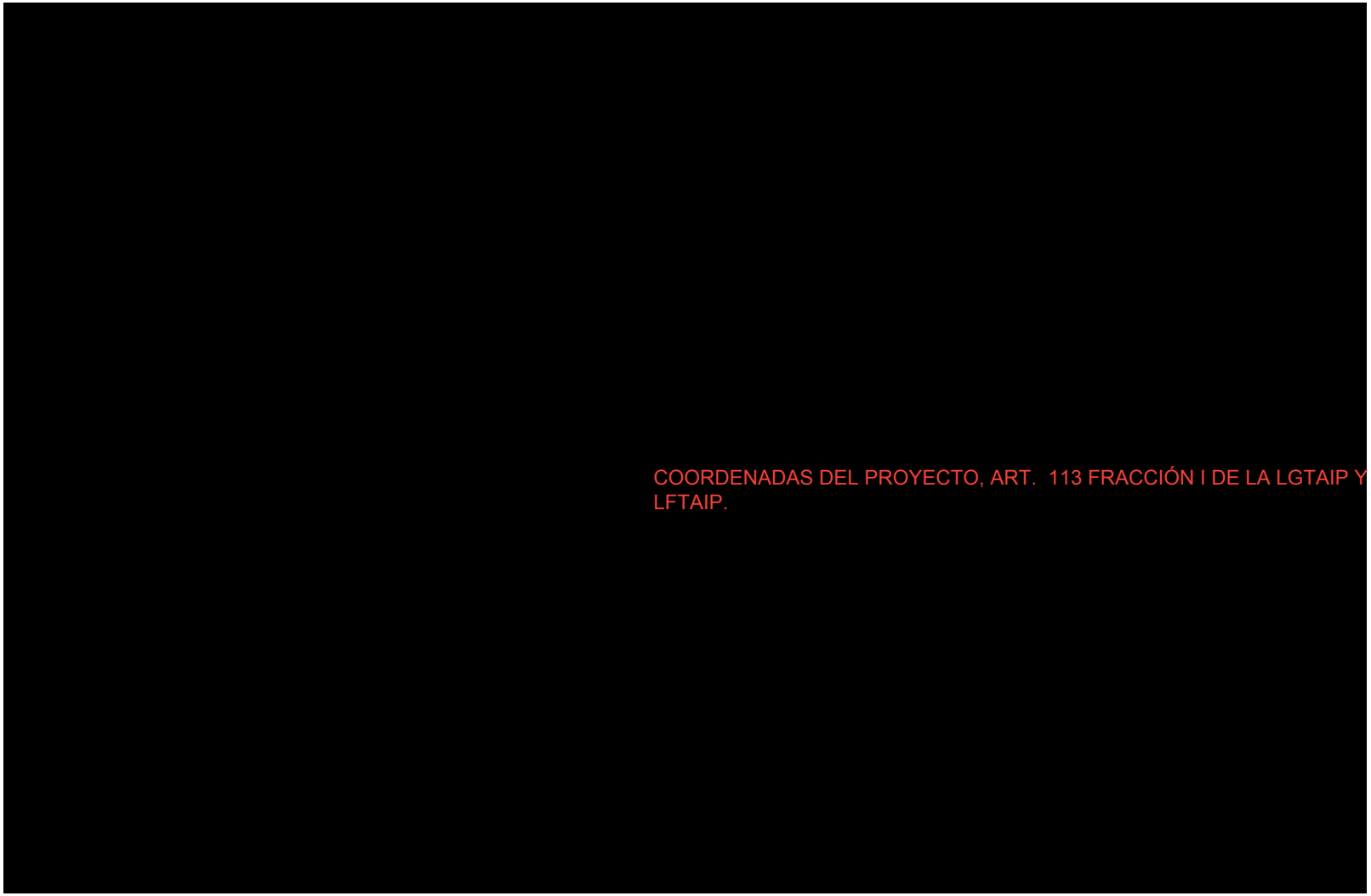


Figura V.41. Escenario E23-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD.

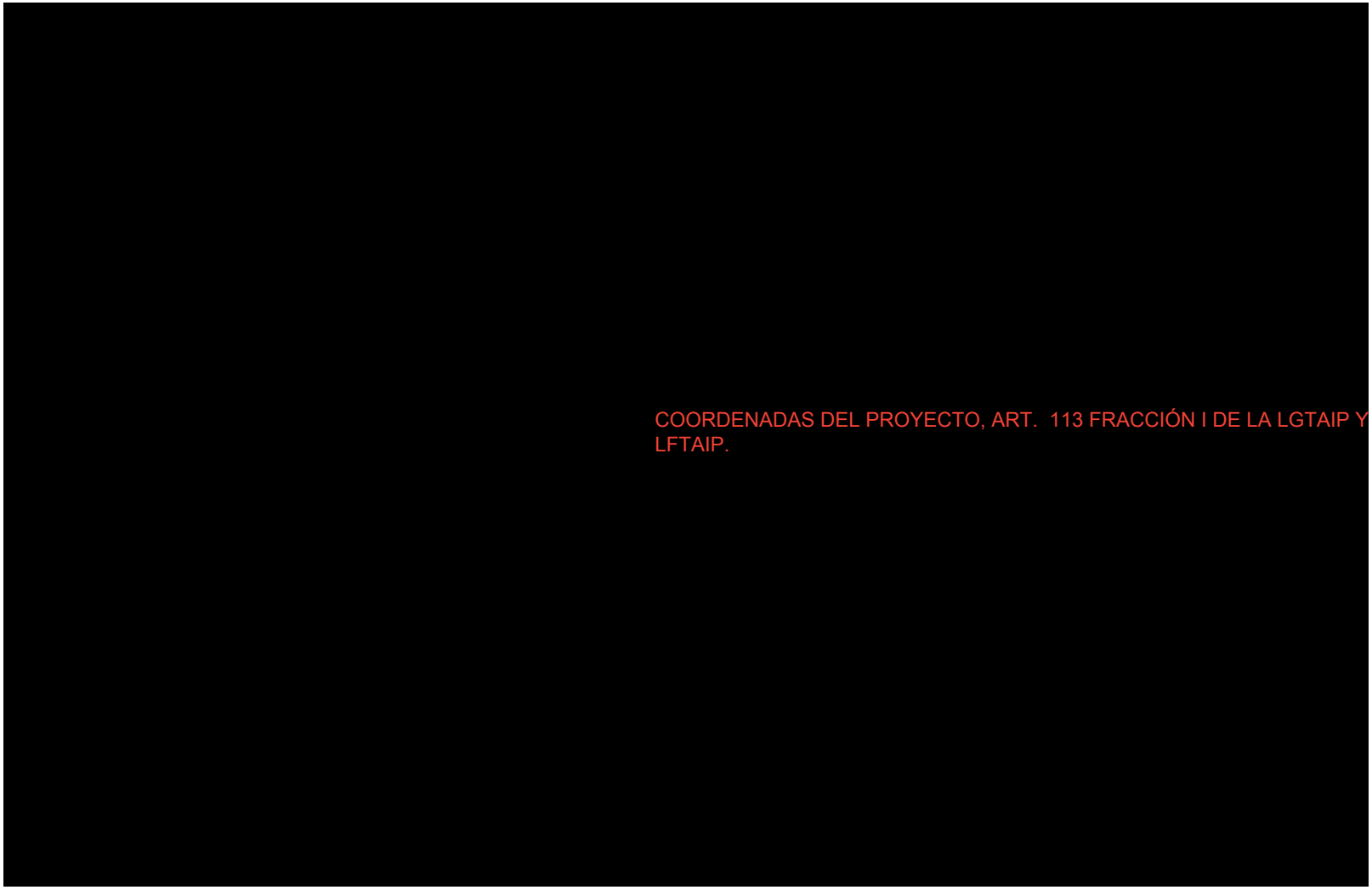


Figura V.42. Escenario E23-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD.

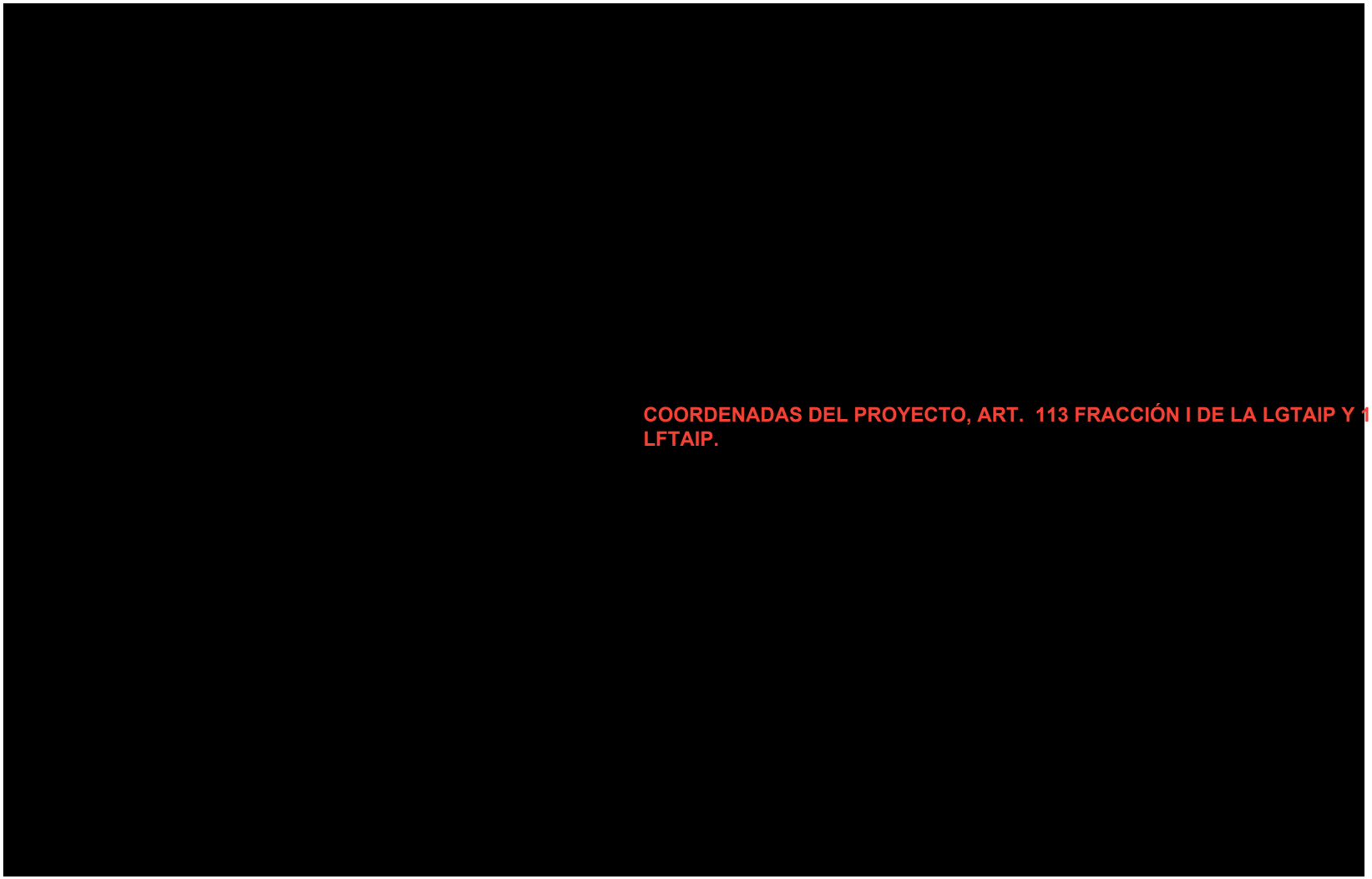


Figura V.43. Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD.

Figura V.44. Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 6" de PEAD.

Figura V.45. Escenario E25-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD.

Figura V.46. Escenario E25-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD.

Figura V.47. Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD.

Figura V.48. Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 4" de PEAD.

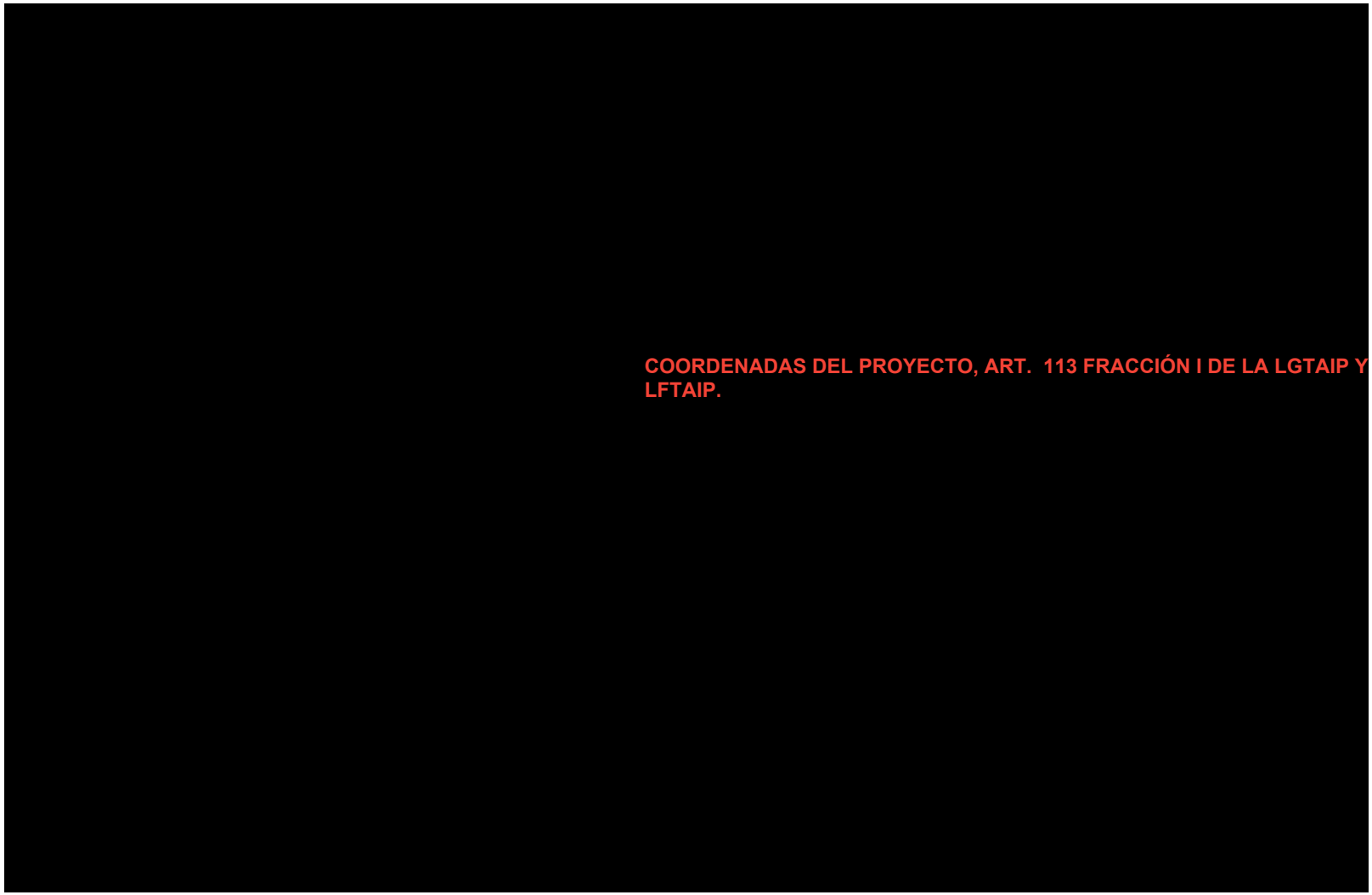


Figura V.49. Escenario E27-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD.

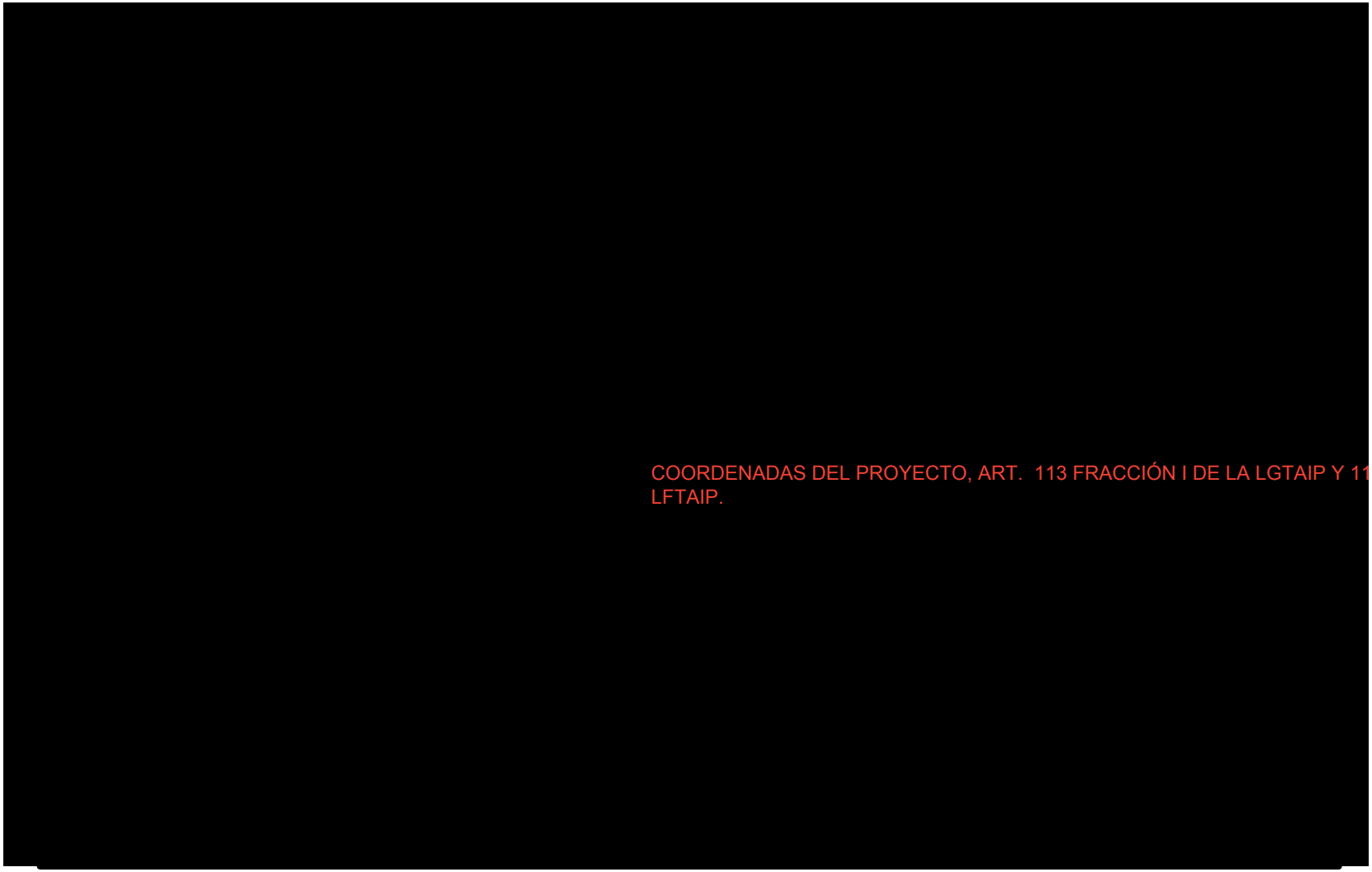


Figura V.50. Escenario E27-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD.

Figura V.51. Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD.

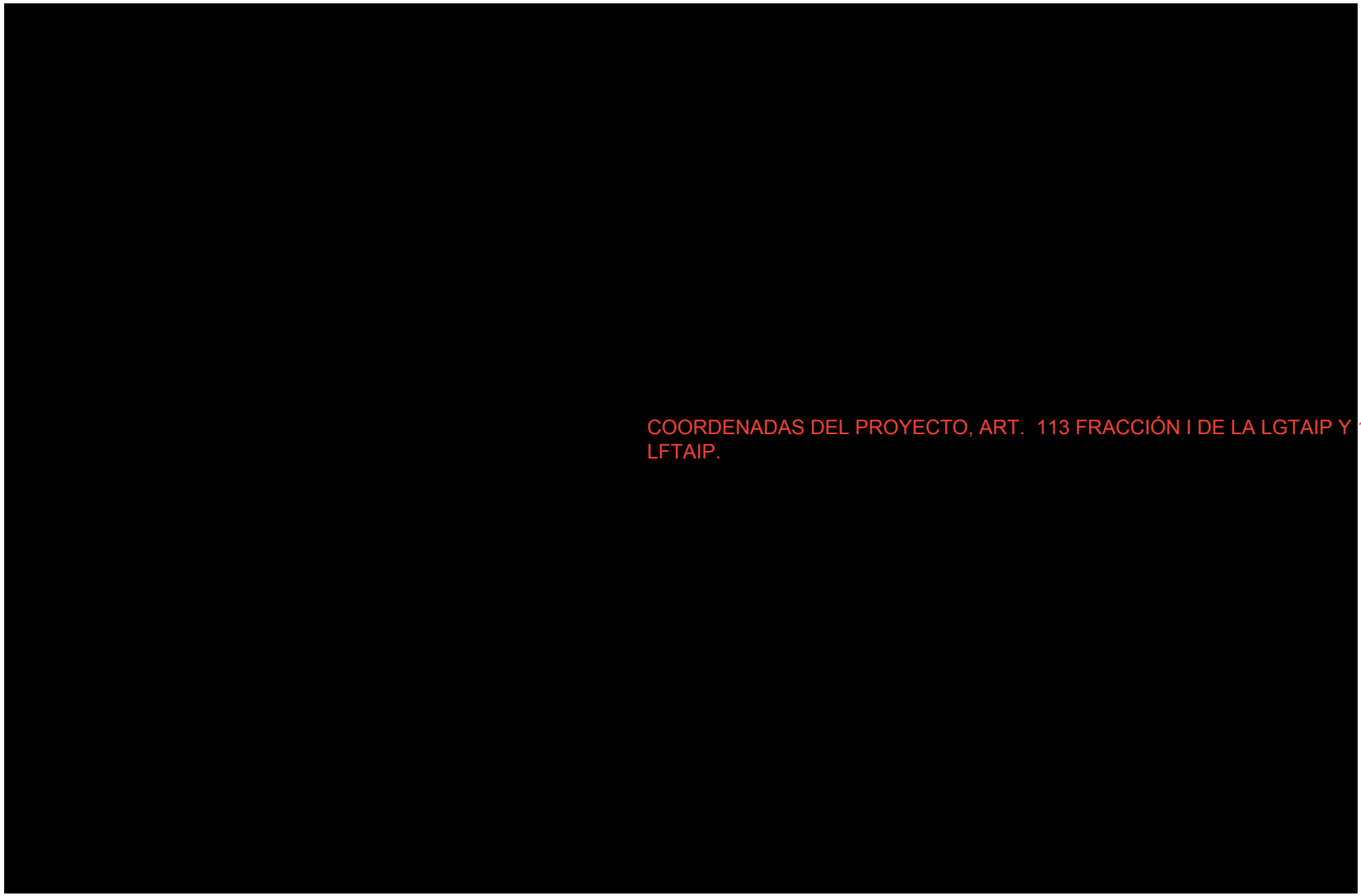


Figura V.52. Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 3" de PEAD.

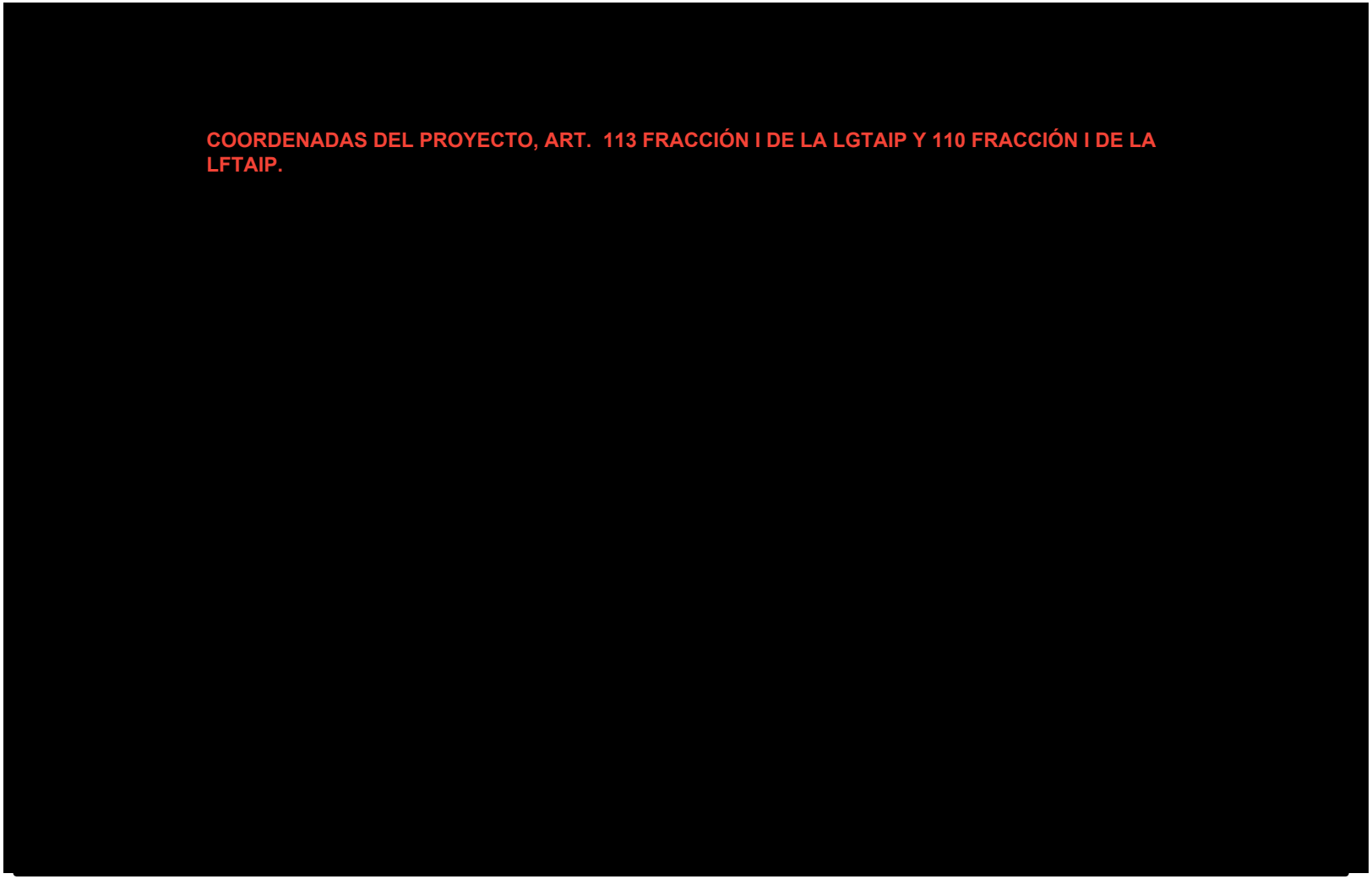


Figura V.53. Escenario E29-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD.

Figura V.54. Escenario E29-PC-GDPE-QRO - (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD.

Figura V.55. Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD.

Figura V.56. Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 2" de PEAD.

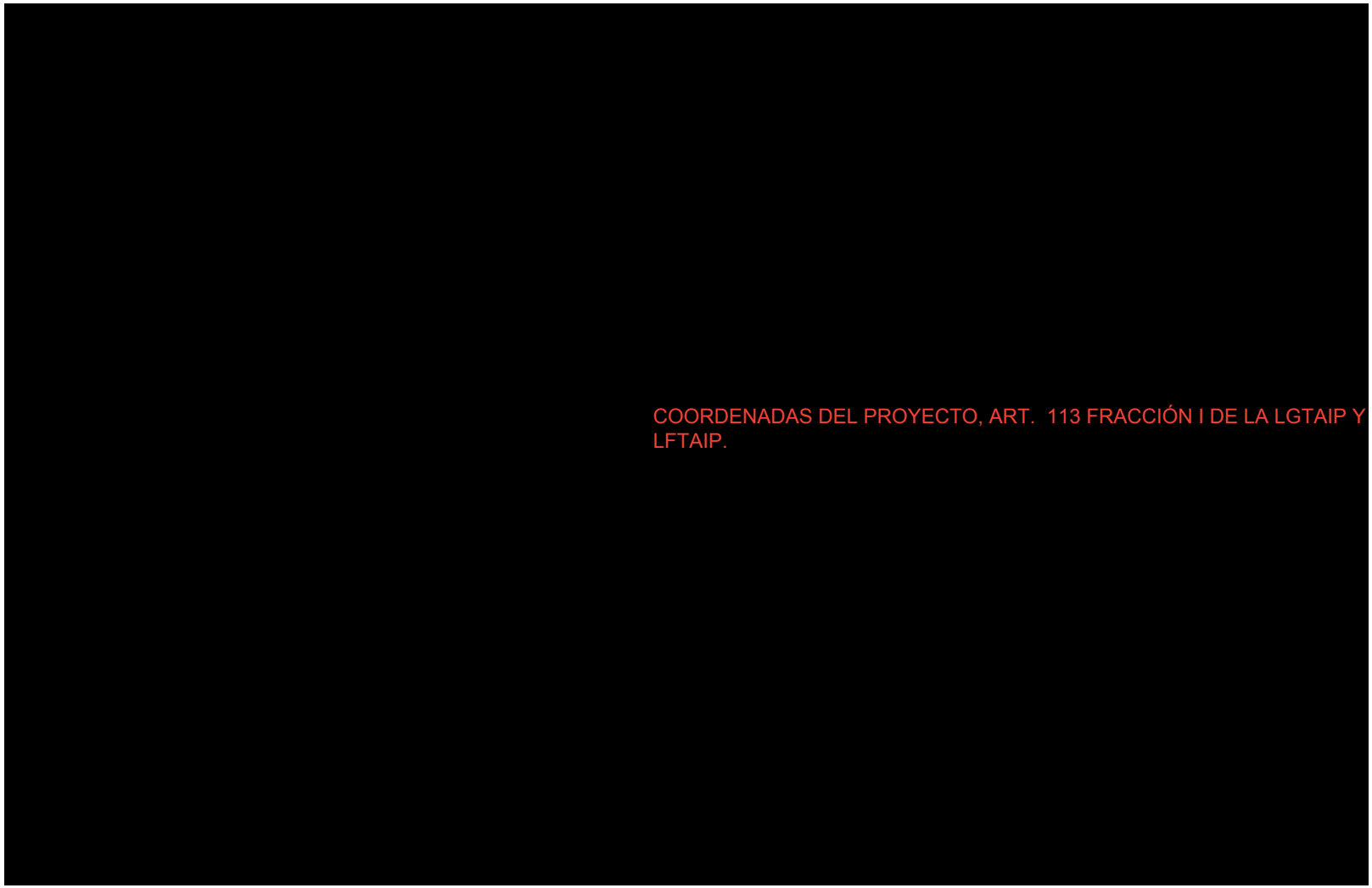


Figura V.57. Escenario E31-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD.

Figura V.58. Escenario E31-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD.

Figura V.59. Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD.

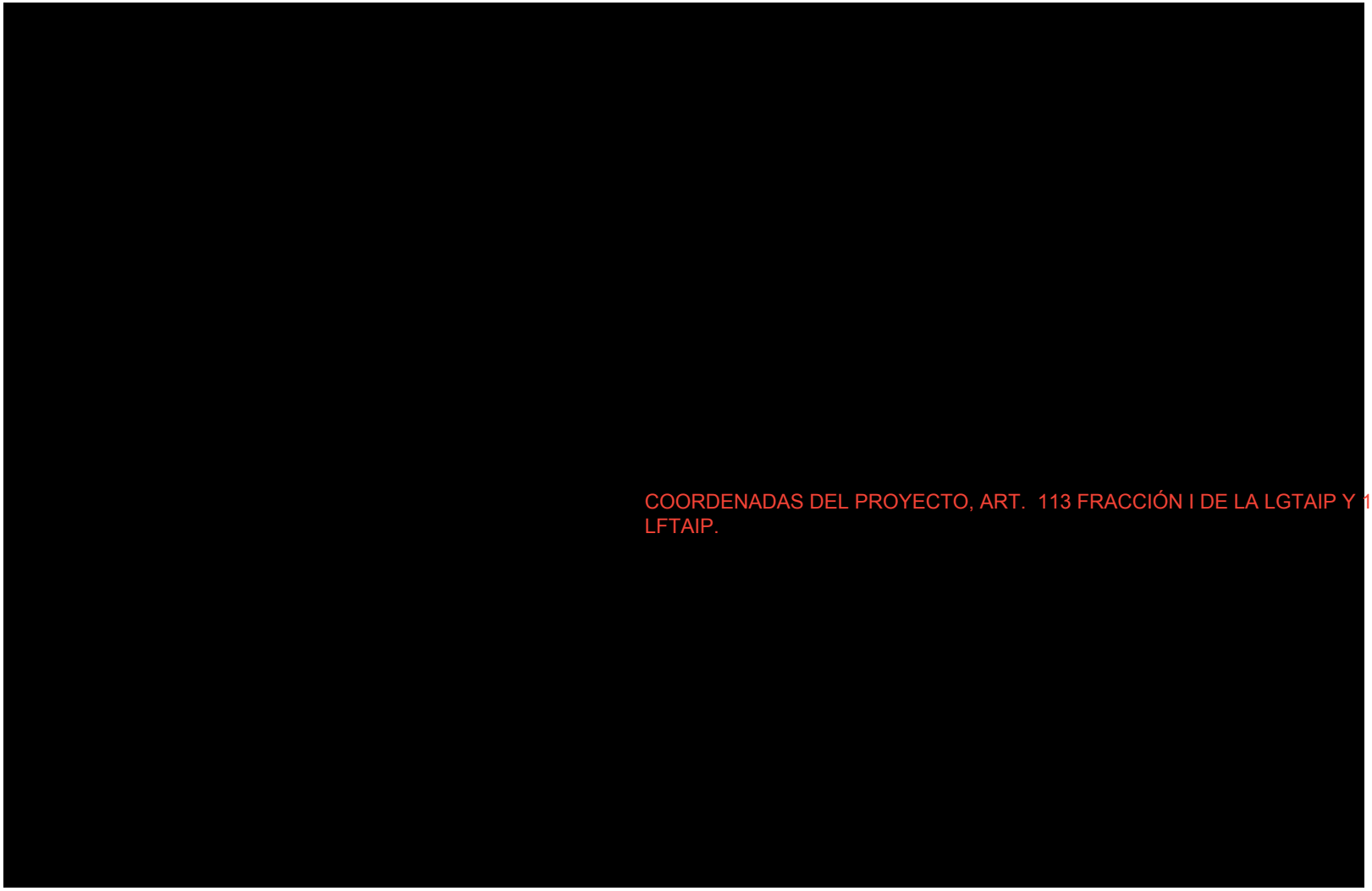


Figura V.60. Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 110 mm de PEAD.

Figura V.61. Escenario E33-PC-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63mm de PEAD.

Figura V.62. Escenario E33-PC-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63 mm de PEAD.

Figura V.63. Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (CHOF). Evento de radiación por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63mm de PEAD.

Figura V.64. Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (UVCE). Evento de explosión por fuga de Gas Natural en el Gasoducto de 63 mm de PEAD.

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

Contenido

VI. Análisis de Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo.....3

VI.1. Análisis de Vulnerabilidad..... 3

VI.2. Interacciones de Riesgo 81

Tablas

Tabla VI.1. Efectos de la radiación calórica en incidente.....3

Tabla VI.2. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones. 4

Tabla VI.3. Descripción de los posibles receptores de Riesgo. 7

Tabla VI.4. Interacciones de Riesgo. 81

VI. Análisis de Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo

VI.1. Análisis de Vulnerabilidad

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

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

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

Efectos Potenciales

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

Tabla VI.1. Efectos de la radiación calórica en incidente.

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

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

Fuente: Manual Techniques for Assessing Industrial Hazards, World 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 VI.2. Estimado de daños por sobrepresión en explosiones.

Sobrepresión (psi)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que ya se encuentren bajo tensión.	--
0.04	Ruido elevado (143 dB); fallas en vidrio debido al "boom" sónico.	--
0.10	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión.	--
0.15	Presión típica para fallas en vidrio.	--

Sobrepresión (psi)	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
0.30	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana.	Sin probabilidad de daños importantes
0.40	Daño estructural menor limitado.	--
0.50 - 1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.	--
0.7	Daño menor a estructuras de casas.	--
1.0	Demolición parcial de casas, estas se vuelven inhabitables.	--
1.0 – 2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.	--
1.0 – 8.0	--	Rango de lesiones leves y serias, debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio u otros misiles.
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos.	--
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	--
2.0 – 3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.	--
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.	--
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero.	--
3.0	Edificios con estructura de acero: distorsionados y arrancados en sus cimientos.	--
3.0 – 4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados.	--
4.0	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.	--
5.0	Postes de madera arrancados.	--
5.0 – 7.0	Destrucción casi completa de casas.	--
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.	--
7.0 – 8.0	Falla en muros de ladrillo de 8 a 12" de espesor sin refuerzo debido a la flexión o desgarre.	--
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	--
10.0	Posible destrucción total de edificios.	--
2.4 - 12.5	--	Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas.
14.5 - 29.0	Rango de 1 ha 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.	--
300	Formación de cráter.	Catastrófico, letal

Fuente: Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation

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

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

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

Tabla VI.3. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E01-PC-ED01-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 45.5 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 56 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 59 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 66.8 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	**R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso** R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 92 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 42 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó dentro de la instalación, agravando el evento hipotético. Así mismo, la instrumentación de la totalidad de los equipos de la Estación, sufrirá severos daños.		
Escenario E01-PC-ED01-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que se encuentran zonas vulnerables de población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro): la afectación o consecuencias a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, pueden ser fatales o severas. A 100 m del evento generado, las	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se esperan afectaciones sobre los componentes ambientales: suelo, flora y fauna, ya que estos componentes de la zona han sufrido alteraciones desde años atrás		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. La afectación principal será sobre las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 106 m recibirán 10 psi, siendo posible la destrucción total de las áreas que conforman dicha Estación, además, a un radio de 109 m se tendrían 7 psi donde será posible el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a las áreas colindantes.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones aledañas (ubicadas a los alrededores), ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E02-CMP-ED01-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 10.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentarán quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 11.5 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 12.5 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Válvula de corte por baja presión. • Procedimiento de mantenimiento DIG-MAN-ERM-PR-01 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 15.6 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.	• Procedimientos de comunicación y Atención de emergencias	aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 10.5 m, recibirían niveles de radiación (12.5 kW/m^2) que provocarán severos daños sobre los equipos de instrumentación.		
Escenario E02-CMP-ED01-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que se encuentran zonas vulnerables de población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro): la afectación o consecuencias a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, pueden ser fatales o severas. A 10 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Válvula de corte por baja presión. • Procedimiento de mantenimiento DIG-MAN-ERM-PR-01 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños • Procedimientos de comunicación y Atención de emergencias	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se esperan afectaciones sobre los componentes ambientales: suelo, flora y fauna, ya que estos componentes de la zona han sufrido alteraciones desde años atrás		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. La afectación principal será sobre las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 11 m recibirán 10 psi, siendo posible la destrucción total de las áreas que conforman dicha Estación, además, a un radio de 11.8 m se tendrían 7 psi donde será posible el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a las áreas colindantes.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones aledañas (ubicadas a los alrededores), ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E03-PC- ERM02-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 47 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 57 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 60 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 67 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 91.7 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación y algunas instalaciones industriales, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 43 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó, agravando el evento hipotético. Así mismo, la instrumentación de la totalidad de los equipos de la Estación, sufrirá severos daños.		
Escenario E03-PC- ERM02-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que se encuentran zonas vulnerables de población entorno a las Estaciones (zona urbana de San Juan del Rio): la afectación o consecuencias a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, pueden ser fatales o severas. A 100 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).	• Plan de Prevención de Daños	
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se esperan afectaciones sobre los componentes ambientales: suelo, flora y fauna, ya que estos componentes de la zona han sufrido alteraciones desde años atrás		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. La afectación principal será sobre las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 106 m recibirán 10 psi, siendo posible la destrucción total de las áreas que conforman dicha Estación, así como de las instalaciones industriales que se encuentran colindantes, además, a un radio de 109 m se tendrían 7 psi donde será posible el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a las áreas colindantes.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones aledañas (ubicadas a los alrededores), ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 10.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentarán quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 11.5 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 12.5 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Válvula de corte por baja presión. • Procedimiento de mantenimiento DIG-MAN-ERM-PR-01 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños • Procedimientos de comunicación y Atención de emergencias	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 15.4 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 10.5 m, recibirían niveles de radiación (12.5 kW/m^2) que provocarán severos daños sobre los equipos de instrumentación.		
Escenario E04-CMP- ERM02-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que se encuentran zonas vulnerables de población entorno a las Estaciones (zona urbana de San Juan del Rio): la afectación o consecuencias a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, pueden ser fatales o severas. A 10 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Válvula de corte por baja presión. • Procedimiento de mantenimiento DIG-MAN-ERM-PR-01 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños • Procedimientos de comunicación y Atención de emergencias	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se esperan afectaciones sobre los componentes ambientales: suelo, flora y fauna, ya que estos componentes de la zona han sufrido alteraciones desde años atrás		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. La afectación principal será sobre las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 11 m recibirán 10 psi, siendo posible la destrucción total de las áreas que conforman dicha Estación, además, a un radio de 11.8 m se tendrían 7 psi donde será posible el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a las áreas colindantes.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones aledañas (ubicadas a los alrededores), ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E05-PC- ERM03-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro y San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 22 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 26 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 28 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 31.3 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 41.2 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural de gran relevancia. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación y algunas instalaciones comerciales e industriales, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 20 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó, agravando el evento hipotético. Así mismo, la instrumentación de la totalidad de los equipos de la Estación, sufrirá severos daños.		
Escenario E05-PC- ERM03-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que se encuentran zonas vulnerables de población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro y San Juan del Rio): la afectación o consecuencias a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, pueden ser fatales o severas. A 30 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).	• Plan de Prevención de Daños	
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	No se esperan afectaciones sobre los componentes ambientales: suelo, flora y fauna, ya que estos componentes de la zona han sufrido alteraciones desde años atrás		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. La afectación principal será sobre las propias instalaciones de la Estación y sobre los establecimientos industriales y comerciales, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 32 m recibirán 10 psi, siendo posible la destrucción total de las áreas que conforman dicha Estación, así como de las instalaciones industriales que se encuentran colindantes, además, a un radio de 34 m se tendrían 7 psi donde será posible el desprendimiento de estructuras o instalaciones aledañas, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a las áreas colindantes.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones aledañas (ubicadas a los alrededores), ventanas de vidrio despedazadas, entre otras consecuencias menores.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E06-CMP-ERM03-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es poco probable, aun y cuando se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro y San Juan del Rio), ya que a un radio de 4.5 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, causará dolor si no se protege en 20 segundos y es factible la formación de ampollas en la piel.	• Válvula de corte por baja presión. • Procedimiento de mantenimiento DIG-MAN-ERM-PR-01 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños • Procedimientos de comunicación	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 6.3 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.	y Atención de emergencias	para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será prácticamente nula ya que no se alcanzan radiaciones en las Zonas de Alto Riesgo (Daño a equipos).		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E07-PC-MS04-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es poco probable, aun y cuando se encuentra población entorno a las Estaciones (zona urbana de Querétaro y San Juan del Rio). El personal ubicado a no más de 7.6 m donde se reciben 12.5 kW/m2, presentará quemaduras de 1er grado si se expone durante más de 10 segundos. A los 8.2 m donde se tendrán aproximadamente 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, 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 9.3 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.	• Barda perimetral de la Estación • Barreras metálicas • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños	R3; Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso R6; Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias R16; Actualizar el directorio de dependencias en
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 11.6 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra cercano ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural. Por lo anterior no se tendrán efectos significativos al ambiente.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentran las propias instalaciones de la Estación ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 7.6 m, recibirían niveles de radiación (12.5 kW/m^2) que provocarán severos daños sobre los equipos de instrumentación.		cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E09-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 12" D.N. de A.C. aunque se encuentra en una zona agrícola, existen zonas de población aledañas (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 140 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 183 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 200 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 230 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 336 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP cercana. La corriente y el cuerpo de agua, así como la vegetación natural que se encuentran en la zona, no tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.	Guardia Nacional),	largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 130 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		
Escenario E09-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 12" D.N. de A.C. aunque se encuentra en una zona agrícola, existen zonas de población aledañas (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 500 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 650 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que es posible la formación de un cráter en la tierra.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 692 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones educativas y comerciales o de servicios, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 710 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes.. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.	municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E10-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es poco probable, debido a que el Gasoducto de 12" D.N. de A.C. se encuentra en una zona agrícola, donde las zonas vulnerables de población aledañas (zona urbana de San Juan del Rio) más cercanas, se encuentran a 130 m aprox. Las personas que se encuentren a un radio de hasta 39.8 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. Las ubicadas a no más de 46.4 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 49 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 53.9 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, no se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 72.8 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.	y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como una construcción aislada, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 35 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético.		
Escenario E10-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es posible, debido a que el Gasoducto de 12" D.N. de A.C. aunque se encuentra en una zona agrícola, existen zonas de población aledañas (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 120 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 130 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo, ya que es posible la formación de un socavón en la zona.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 146 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 149 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes.. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.	Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E11-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 85 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 103 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 110 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 124 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 175 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 80 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E11-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 330 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 350 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 375 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones comerciales, de servicios e industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 385 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E12-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 20 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 23.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 25 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 26.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran una colonia del área urbana de San Juan del Rio, misma en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 34 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés ubicados en la colonia de incidencia, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 18 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y un área recreativa. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E12-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 60 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 65 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter o socavón en el área del evento.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 73 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además, este radio tiene alcance sobre una colonia de San Juan del Rio e instalaciones industriales y recreativas, mismas que se verán afectadas, por otro lado, a un radio de 75 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E13-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 61.9 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas será del 100 % de mortalidad en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 73.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 77 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 87 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 120 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 60 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E13-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 220 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 235 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 250 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones comerciales, de servicios e industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 255 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E14-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 13.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 15.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 16 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 17.2 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 21.1 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 13 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E14-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 45 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 49 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 52 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones comerciales, de servicios e industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 53.5 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E15-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 48.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 57 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 60 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 66 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 91.3 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 45 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E15-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 165 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 175 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 188 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 192 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E16-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es posible, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 10.3 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 11.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 12 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 12.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran algunas instalaciones industriales y vialidades. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 15 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las instalaciones colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 10 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E16-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es posible, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 24 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 28 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un socavón o cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 31.6 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas instalaciones industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 32.5 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E17-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 33 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 39 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 41 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 45 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de San Juan del Rio, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 60 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 30 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E17-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 110 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 120 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 125.3 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de San Juan del Rio e instalaciones industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 128 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E18-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio), por lo que, en un radio de hasta 4.3 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 7.4 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 7.8 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 8 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran solo algunas vialidades.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 9.3 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 30 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos.		
Escenario E18-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es probable, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana y afueras de San Juan del Rio). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			15 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 18 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un hoyo en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 21 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas instalaciones industriales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 22 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E19-PC-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro y zonas de El Marqués), por lo que, en un radio de hasta 15.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 18 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 19 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 20.3 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro y El Marqués, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 25.5 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 15 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y comerciales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E19-PC-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro y zonas de El Marqués). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 45 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 48 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 52 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, así como de instalaciones comerciales, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 54 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E20-CMP-GDAC-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es poco probable, aunque el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro y zonas de El Marqués), los radios de afectación son pequeños. Considerando que existan personas al momento del evento, se tendrían las siguientes afectaciones: en un radio de 3.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 3.7 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 4.1 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, es prácticamente nula, ya que en las zonas de afectación se encuentran solo las instalaciones propias del Gasoducto, y los niveles de radiación alcanzados no provocaran severos daños sobre este.		
Escenario E20-CMP-GDAC-QRO UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es probable, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de A.C. se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro y zonas de El Marqués). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales o graves, inclusive hasta a los 8 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).	• COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 10 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, así como de instalaciones comerciales, mismas que se verán afectadas, además, estas se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E21-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 8" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 56.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas pueden ser fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 68.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 72 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 81 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Cinta de advertencia a 30 cm arriba del lomo del ducto. • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional)	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 113 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 54 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E21-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 8" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 180 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 200 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Cinta de advertencia a 30 cm arriba del lomo del ducto. • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 220 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro e instalaciones comerciales, educativas y de servicios, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 225 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 8" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 42 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas pueden ser fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 44 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 46 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 48.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Cinta de advertencia a 30 cm arriba del lomo del ducto. • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional)	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 54 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 40 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E22-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 8" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 35 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 38 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Cinta de advertencia a 30 cm arriba del lomo del ducto. • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 42 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, es posible que algunas estructuras se conviertan en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				estatal, Bomberos, Guardia Nacional)	
Clave de escenario	**Receptores de riesgo**	**Tipo de Zona**	**Descripción de la Afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones para implementar**
Escenario E23-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 44 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 53 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 55 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 62 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 85.4 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 41 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y de servicios. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E23-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 140 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 150 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un cráter en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 167 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Queretaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 170 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 9.5 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 10.6 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 11 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 11.7 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 14 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 9 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y de servicios. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E24-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 6" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 25 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 28 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 31.5 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 32 m donde se tendrían 7 psi donde el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E25-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 30.6 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 36 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 38 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 41.8 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales y comerciales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 56 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 28 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y comerciales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E25-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 95 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 100 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 105 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 107 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 5.5 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 6.9 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 7.2 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 7.5 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales y comerciales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 8.7 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 5 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y comerciales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E26-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 4" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 17 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 19 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 21 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 21.5 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E27-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 23 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 27.2 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 29 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 31.2 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales y comerciales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 40.7 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 21 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y comerciales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E27-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 70 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 75 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 83 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 86 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 3.2 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 5.1 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 5.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales y comerciales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 6.3 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 3 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos.		remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 7 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 9 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 10.77 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 11 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 3.2 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 5.1 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 5.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales y comerciales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 6.3 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 3 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos.		remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E28-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 3" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 7 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 9 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 10.77 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 11 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E29-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 15.7 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 18 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 19 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 20.3 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16;
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 25.5 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 15 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E29-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 42 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 47 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 52 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 54 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de 3.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 3.7 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 4.1 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, es prácticamente nula, ya que en las zonas de afectación se encuentran solo las instalaciones propias del Gasoducto, y los niveles de radiación alcanzados no provocaran severos daños sobre este.		
Escenario E30-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es probable, debido a que el Gasoducto de 2" D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales o graves. A 8 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).	• COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 10.5 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, estas se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes.		
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E31-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 110 mm de D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 33 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 38.9 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 41 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 45.3 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 60.9 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP o cuerpo de agua cercano. En relación a la vegetación, existe una zona considerada como urbana, ya que esta se encuentra aislada de zonas forestales, quedando inmersa en la zona urbana, por lo que no se consideran impactos sobre esta. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 30 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m²) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales y comerciales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
Escenario E31-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 110 mm de D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 105 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 110 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 115 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 117 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.	Guardia Nacional),	

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 110 mm de D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 6.5 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 7.5 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 8.2 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 9.5 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, es poco significativa, ya que en las zonas de afectación se encuentran solo las instalaciones propias del Gasoducto.		
Escenario E32-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es probable, debido a que el Gasoducto de 110 mm de D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales o graves. A 18 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 21.1 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las instalaciones aledañas. A un radio de 22 m donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.	• Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E33-PC-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es inminente, debido a que el Gasoducto de 63 mm D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 19.2 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a no más de 22.4 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A los 23.5 m donde se tendrán aproximadamente 10 kW/m^2 de radiación, las personas alcanzarán el umbral del dolor a los 8 segundos de exposición, presentando quemaduras de segundo grado después de 20 segundos, con 8 kW/m^2 se entra al umbral de letalidad por incendio para un tiempo de exposición de 1 minuto. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 25.5 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel. Dentro de los radios de afectación para la ZAR, se encuentran colonias del área urbana de Querétaro, mismas en las que inciden zonas habitacionales e industriales principalmente. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas analizadas para el evento de radiación.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos,	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 32.8 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente. En relación al componente aire, las afectaciones posibles serian por la liberación de gas natural fuera de los límites permitidos y en caso de ocurrir la ignición, por la generación de gases y humos de la combustión.	Guardia Nacional),	largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, será principalmente para la Zona de Alto Riesgo (Daño a equipos), donde se encuentra las instalaciones propias del Gasoducto, así como algunos puntos de interés y construcciones de las colonias colindantes, ya que los equipos y/o instalaciones que se encuentren dentro de un radio de 18 m, recibirían niveles de radiación (40 kW/m^2) que pueden derretir el acero del que están hechos dichos equipos y posiblemente se de origen a un efecto dominó sobre las instalaciones externas, agravando el evento hipotético. Dentro de la ZAR, se identifican zonas habitacionales e industriales. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar en las distintas áreas a analizadas del evento de radiación.		
Escenario E33-PC-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es inminente, debido a que el Gasoducto de 63 mm D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales, inclusive hasta a los 50 m aún se tiene gran probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ya que se recibirían 25 psi aproximadamente. A 55 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 63 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, a un radio de 65 m		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			donde se tendrían 7 psi, el daño será probablemente el desprendimiento de estructuras, mismas que se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes. Ver en **Tabla VI.4**, las instalaciones e infraestructura vulnerables a afectar.	(Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (CHOF)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse un incendio es probable, debido a que el Gasoducto de 63 mm D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro), por lo que, en un radio de hasta 2.9 m de donde se genere el evento, las consecuencias para las personas serán fatales en un minuto, ya que recibirán una radiación aproximada 37.5 kW/m^2. El personal ubicado a una distancia de 4.3 m donde se reciben 12.5 kW/m^2, presentará quemaduras de 1er grado en 10 segundos. A partir del límite de la Zona de Alto Riesgo a una distancia de 4.6 m y donde se tendrá una radiación de 5 kW/m^2, será suficiente para causar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias • Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	R2; Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación R6; Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias R13; Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario R16; Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración. R20; Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de
		Amortiguamiento	Respecto a la Zona de Amortiguamiento, misma que va del límite de la ZAR y hasta los 5.1 m, donde se recibirán radiaciones de 1.4 kW/m^2, para las personas que reciban dicha radiación, no se tendrá incomodidad durante la exposición prolongada.		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Para las posibles afectaciones del entorno ambiental, es importante señalar que no se encuentra ninguna ANP, cuerpo de agua o vegetación natural cercana. Por lo anterior, no se tendrán efectos relevantes al ambiente.		
	Producción / Instalación	Alto Riesgo y Amortiguamiento	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. El daño a la infraestructura que podría presentarse si el evento llegara a generarse, es prácticamente nula, ya que en las zonas de afectación se encuentran solo las instalaciones propias del Gasoducto, y los niveles de radiación alcanzados no provocaran severos daños sobre este.		
Escenario E34-CMP-GDPE-QRO (UVCE)	Personal / Población	Alto Riesgo	La afectación que se espera en las personas al momento de generarse una explosión es probable, debido a que el Gasoducto de 63 mm D.N. de PEAD se encuentra en zonas de población (zona urbana de Querétaro). La afectación a las personas que se encuentren inmediatas al punto de explosión, las consecuencias posiblemente serán fatales o graves. A 8 m del evento generado, las personas recibirán aproximadamente 14 psi lo que provocaría rotura de tímpanos.	• Señalización de ductos • Patrullaje del DDV • Válvulas de seccionamiento a lo largo del ducto • COPS Centro de Emergencias de ENGIE 800 909 9999 • Plan de respuesta a emergencias	
		Amortiguamiento	A las personas que se encuentren en los límites de la Zona de Alto Riesgo, recibirían 1 psi por lo que no provocará daños importantes a las personas, disminuyendo los daños aún más en la Zona de Amortiguamiento (ZA).		
	Ambiente	Alto Riesgo y Amortiguamiento	La afectación que sufrirá el medio ambiente será principalmente sobre el elemento suelo (elemento modificado por la instalación y asentamientos humanos), ya que es posible la formación de un agujero en la zona		

Clave de escenario	Receptores de riesgo	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Producción / Instalación	Alto Riesgo	Perdidas económicas derivadas del daño a las instalaciones y la perdida en la producción. La afectación principal será para las instalaciones que se encuentran dentro de un radio de 10.6 m donde se reciben 10 psi, ya que es posible la destrucción total de las áreas aledañas, además este radio tiene alcance sobre algunas colonias de Querétaro, mismas que se verán afectadas, además, estas se convertirán en proyectiles por la sobrepresión ejercida, afectando a otras áreas colindantes.	• Plan de Prevención de Daños (PPD) • Comunicación con dependencias estatales y municipales (Protección Civil, Policía Municipal y estatal, Bomberos, Guardia Nacional),	Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
		Amortiguamiento	Referente a la Zona de amortiguamiento, donde se tendrá una presión de 1 psi a 0.5 psi, normalmente se pueden presentar daño menor a las construcciones e instalaciones.		

VI.2. Interacciones de Riesgo

A continuación, se señalan los equipos y/o instalaciones potencialmente a ser afectadas por localizarse dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos (ZAR -Daño a equipos) y Zonas de Alto Riesgo (ZAR) resultantes de los escenarios de Riesgo propuestos en el presente Estudio de Riesgo.

Tabla VI.4. Interacciones de Riesgo.

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E01-PC-ED01-QRO	Estación Distrital	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	56. 39 m	* Hotel * Vialidades * Zona habitacional	*25 m S *5m E * A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	113.78 m	* Hotel * Vialidades * Zona habitacional	*25 m S *5 m E * A partir de 5 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	66.89 m	* Hotel * Vialidades * Zona habitacional	*25 m S *7 m E * A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	128. 26 m	* Hotel * Vialidades * Zona habitacional *Establecimiento Comercial	*25 m S *5 m E * A partir de 5 m *125 m SO
E02-CMP-ED01-QRO	Estación Distrital	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	5.14	* Vialidades * Zona habitacional	*5 m E * A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	11.58	* Vialidades * Zona habitacional	*5 m E * A partir de 5 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	5.60	* Vialidades * Zona habitacional	*5 m E * A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	13.25	* Vialidades * Zona habitacional	*5 m E * A partir de 5 m

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E03-PC- ERM02-QRO	Estación de Regulación y Medición (ERM).	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	57.03 m	* Instalaciones industriales * Vialidades *Establecimiento Educativo *Líneas de Transmisión *Zona Habitacional (Frac. San Cayetano)	*Incidencia * 5 m S *40 m SO *105 m NO *60 m E
			Explosión (UVCE)	113.17	* Instalaciones industriales * Vialidades *Establecimiento Educativo *Líneas de Transmisión *Zona Habitacional (Frac. San Cayetano)	*Incidencia * 5 m S *40 m SO *105 m NO *60 m E
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	67.02	* Instalaciones industriales * Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia * 5 m S *40 m SO
			Explosión (UVCE)	127.02	* Instalaciones industriales * Vialidades *Establecimiento Educativo *Líneas de Transmisión *Zona Habitacional (Frac. San Cayetano)	*Incidencia * 5 m S *40 m SO *105 m NO *60 m E
E04-CMP- ERM02-QRO	Estación de Regulación y Medición (ERM).	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	10.55	* Agricultura *Zona Habitacional *Instalaciones industriales	*Incidencia * 10 m SE * Incidencia
			Explosión (UVCE)	14.72	* Agricultura *Zona Habitacional *Instalaciones industriales	*Incidencia * 10 m SE * Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	14.72	* Agricultura *Zona Habitacional *Instalaciones industriales	*Incidencia * 10 m SE * Incidencia
			Explosión (UVCE)	12.30	* Agricultura *Zona Habitacional *Instalaciones industriales	*Incidencia * 10 m SE * Incidencia

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E05-PC- ERM03-QRO	Estación de Regulación y Medición (ERM).	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	27.21	*Establecimiento Comercial * Vialidades * Instalaciones industriales *Vegetación Natural	*Incidencia *5 m O *Incidencia *7 m NO
			Explosión (UVCE)	35.25	*Establecimiento Comercial * Vialidades * Instalaciones industriales *Vegetación Natural	*Incidencia *5 m O *Incidencia *7 m NO
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	31.35	*Establecimiento Comercial * Vialidades * Instalaciones industriales *Vegetación Natural	*Incidencia *5 m O *Incidencia *7 m NO
			Explosión (UVCE)	40.77	*Establecimiento Comercial * Vialidades * Instalaciones industriales *Vegetación Natural	*Incidencia *5 m O *Incidencia *7 m NO
E06-CMP-ERM03-QRO	Estación de Regulación y Medición (ERM).	Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	4.51	*Establecimiento Comercial * Instalaciones industriales * Vialidades	*Incidencia *Incidencia *A partir de 2 m
E07-PC-MS04-QRO	Metering Set	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	7.64	* Instalaciones industriales *Vegetación Natural *Zona Habitacional	* Incidencia *6 m N *5 m S
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	9.31	* Instalaciones industriales *Vegetación Natural *Zona Habitacional	* Incidencia *6 m N *5 m S

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E08-CMP-MS04-QRO	Metering Set	Alto Riesgo en equipos y Alto Riesgo				
E09-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 12" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	183.22	*Agricultura *Vegetación Natural *Zona Habitacional (San Juan Bautista) *Corriente Intermitente	* Incidencia *225 m SO *140 m SO *145 m NE
			Explosión (UVCE)	725.86	*Agricultura *Vegetación Natural *Zona Habitacional (San Juan Bautista) Zona Habitacional (Fracc Lomas de Guadalupe) *Corriente Intermitente *Vegetación Natural *Establecimiento Educativo * Cuerpo de agua	*Incidencia *225 m SO *140 m SO *500 m NE *140 m SO *145 m NE *680 m NE *300 m SE
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	230.46	*Agricultura *Vegetación Natural *Zona Habitacional (San Juan Bautista) *Corriente Intermitente	* Incidencia *225 m SO *140 m SO *140 m NE
			Explosión (UVCE)	795.076	*Agricultura *Vegetación Natural *Zona Habitacional (San Juan Bautista) Zona Habitacional (Fracc Lomas de Guadalupe) *Corriente Intermitente *Vegetación Natural *Establecimiento Educativo * Cuerpo de agua	* Incidencia *225 m SO *140 m SO *500 m NE *140 m NE *145 m NE *680 m NE *300 m SE

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E10-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 12" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	46.48 m	*Agricultura	* Incidencia
			Explosión (UVCE)	153.14	*Agricultura *Zona Habitacional (San Juan Bautista) *Corriente Intermitente	* Incidencia *140 m SO *140 m NE
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	53.95 m	*Agricultura	* Incidencia
			Explosión (UVCE)	166.95 m	*Agricultura *Zona Habitacional (San Juan Bautista) *Corriente Intermitente	* Incidencia *140 m SO *140 m NE
E11-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 6" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	103.27 m	* Instalaciones industriales * Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidades *Área Recreativa * Vías Férreas	*60 m SE *7m NE *Incidencia * 50 m NO 70 m S
			Explosión (UVCE)	392 .07 m	* Instalaciones industriales * Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidades *Área Recreativa * Vías Férreas *Establecimiento Comercial *Gasolinera *Metering Set (MS)	*60 m SE *7m NE *Incidencia * 50 m NO *70 m S *200 m NO *370 m NO *360 m SO
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	124.26 m	* Instalaciones industriales * Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidades *Área Recreativa * Vías Férreas	*60 m SE *7m NE *Incidencia * 50 m NO *70 m S

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
			Explosión (UVCE)	425.78 m	* Instalaciones industriales * Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidades *Área Recreativa * Vías Férreas *Establecimiento Comercial *Gasolinera *Metering Set (MS)	*60 m SE *7m NE *Incidencia * 50 m NO *70 m S *200 m NO *370 m NO *360 m SO
E12-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 6" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	23.56 m	* Zona Habitacional * Vialidad	* 15 m NE * Incidencia
			Explosión (UVCE)	76.64 m	* Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidad *Área Recreativa * Instalaciones industriales	*7m NE *Incidencia * 50 m NO *60 m SE
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	26.63m	* Zona Habitacional * Vialidad	* 15 m NE * Incidencia
			Explosión (UVCE)	83. 61	* Zona Habitacional (San Cayetano) * Vialidad *Área Recreativa * Instalaciones industriales	*7m NE *Incidencia * 50 m NO *60 m SE
E13-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 4" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	73.58 m	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Nuevo San juan	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	261.67 m	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Vegetación Urbana	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *40 m NO

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
					*Vías Férreas *Nuevo San juan	*180 m NE *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	87.00 m	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Nuevo San juan	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	284.45 m	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Vegetación Urbana *Vías Férreas *Nuevo San juan	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *40 m NO *180 m NE *Incidencia
E14-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 4" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	15.55 m	* Vialidad *Nuevo San juan *Instalación industrial	*Incidencia *Incidencia 14 m O
			Explosión (UVCE)	54.46	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Nuevo San juan	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	17.29	* Vialidad *Nuevo San juan *Instalación industrial	*Incidencia *Incidencia 14 m O
			Explosión (UVCE)	59.14	* Instalación industrial *Gasolineras * Vialidad *Zona Habitacional (Vista del valle) *Nuevo San juan	* 22 m NO *45 m SO *Incidencia * A Partir 30 m *Incidencia

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E15-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 3" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	43.34	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *Incidencia
			Explosión (UVCE)	196.35 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) *Líneas de Transmisión * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *91 m N *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	52.21	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *Incidencia
			Explosión (UVCE)	213.55	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) *Líneas de Transmisión * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *91 m N *Incidencia
E16-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 3" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	11.55 m	* Vialidad	*Incidencia
			Explosión (UVCE	33.34 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m N *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	12.65	* Vialidad	*Incidencia
			Explosión (UVCE	36.86 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres)	*30 m N * A partir de 20 m N

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
					* Vialidad	*Incidencia
E17-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 3" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	39.04 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	130.99 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) *Líneas de Transmisión * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *91 m N *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	45.05 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *Incidencia
			Explosión (UVCE)	142.55 m	* Instalación industrial *Zona Habitacional (Las Torres) Estación Distrital (ED) *Metering Set (MS) *Líneas de Transmisión * Vialidad	*30 m N * A partir de 20 m *40 m S *45 m S *91 m N *Incidencia
E18-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 2" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	7.44 m	*Vialidad	*A partir de 3 m
			Explosión (UVCE	22.23 m	*Vialidad *Metering set (MS) * Instalaciones industriales	*A partir de 3 m * 9 m N 21 m N
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	8.06 m	*Vialidad	*A partir de 3 m
			Explosión (UVCE)	24.59 m	*Vialidad *Metering set (MS) * Instalaciones industriales	*A partir de 3 m * 9 m N 21 m N

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E19-PC-GDAC-QRO	Gasoducto de 2" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	18.08	*Metering set (MS) *Establecimiento Comercial * Zona habitacional *Vialidades	*17 m E *A partir de 5 m *A partir de 5 m *15 m S
			Explosión (UVCE)	55.29	*Metering set (MS) *Establecimiento Comercial * Zona habitacional *Vialidades	*17 m E *A partir de 5 m *A partir de 5 m *15 m S
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	20.37	*Metering set (MS) *Establecimiento Comercial * Zona habitacional *Vialidades	*17 m E *A partir de 5 m *A partir de 5 m *15 m S
			Explosión (UVCE)	60.86	*Metering set (MS) *Establecimiento Comercial * Zona habitacional *Vialidades	*17 m E *A partir de 5 m *A partir de 5 m *15 m S
E20-CMP-GDAC-QRO	Gasoducto de 2" A.C	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	3.54 m	*Establecimiento Comercial * Zona habitacional	*A partir de 5 m *A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	11.05 m	*Establecimiento Comercial * Zona habitacional	*A partir de 5 m *A partir de 5 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	3.77 m	*Establecimiento Comercial * Zona habitacional	*A partir de 5 m *A partir de 5 m
			Explosión (UVCE)	12.16 m	*Establecimiento Comercial * Zona habitacional	*A partir de 5 m *A partir de 5 m
E21-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 8" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	68. 50 m	*Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	14 m E *A partir 30 m
			Explosión (UVCE)	230. 96 m	* Establecimiento Educativo *Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	* 215 m SO 14 m E *A partir 30 m

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	56. 77 m	*Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	*14 m E *A partir 30 m
			Explosión (UVCE)	253.00 m	* Establecimiento Educativo *Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	* 215 m SO 14 m E *A partir 30 m
E22-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 8" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	14.38 m	*Vialidades	*14 m E
			Explosión (UVCE)	44.22 m	*Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	*14 m E *A partir 30 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	16.05 m	*Vialidades	*14 m E
			Explosión (UVCE)	48.67 m	*Vialidades * Zona habitacional (La condesa)	14 m E *A partir 30 m
E23-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 6" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	53.02 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
			Explosión (UVCE)	175.83 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	62.41	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
			Explosión (UVCE)	192.46 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
E24-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 6" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	10.66 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
			Explosión (UVCE	33.17 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades	*Incidencia *A partir de 9 m

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
					*Establecimiento Educativo	*10 m NO
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	11.76 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
			Explosión (UVCE)	36. 51 m	* Zona habitacional (Plaza del Sol) *Vialidades *Establecimiento Educativo	*Incidencia *A partir de 9 m *10 m NO
E25-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 4" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	36.10 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	110. 58 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades * Zona habitacional	*100 m SE *A partir de 5 m *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	41.86 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	121.70 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades * Zona habitacional	*100 m SE *A partir de 5 m *Incidencia
E26-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 4" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	6.91 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	22.11 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	7.52 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
			Explosión (UVCE)	24.34 m	*Vialidades * Zona habitacional	*A partir de 5 m *Incidencia
E27-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 3" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	27.21	*Vialidades	*incidencia
			Explosión (UVCE)	87.95	*Vialidades * Zona habitacional (Altos de san pablo)	*incidencia *60 m S

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	31.20	*Vialidades	*incidencia
			Explosión (UVCE)	96.31	*Vialidades * Zona habitacional (Altos de san pablo)	*incidencia *60 m S
E28-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 3" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	5.14 m	*Vialidades	*incidencia
			Explosión (UVCE)	11.58 m	*Vialidades	*incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	5.60	*Vialidades	*incidencia
			Explosión (UVCE)	13.25 m	*Vialidades	*incidencia
E29-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 2" PE	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	18.08 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *Incidencia
			Explosión (UVCE)	55.29	*Establecimientos Comerciales *Vialidades *Instalación industrial *Centro de salud * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *20 m E *50 m NE *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	20.37 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades *Instalación industrial * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *20 m E *Incidencia
			Explosión (UVCE)	60. 86 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades *Instalación industrial *Centro de salud * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *20 m E *50 m NE *Incidencia

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
E30-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 2" PE).	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	3.53 m	*Zona habitacional (Loma Dorada)	*Incidencia
			Explosión (UVCE)	11.05 m	*Establecimientos Comerciales *Vialidades * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *Incidencia
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	3.77 m	* Zona habitacional (Loma Dorada)	*Incidencia
			Explosión (UVCE)	12.16	*Establecimientos Comerciales *Vialidades * Zona habitacional (Loma Dorada)	*A partir de 5 m *7 m S *Incidencia
E31-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 110 mm PEAD	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	38.97 m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m
			Explosión (UVCE)	121.45 m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional * Establecimiento educativo	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m *120 m S
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	45.34m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m
			Explosión (UVCE)	133.48m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional * Establecimiento educativo	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m *120 m S
E32-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 110 mm PEAD	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	7.53 m	* Vialidad	* A partir de 1 m
			Explosión (UVCE)	22.28 m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	8.21 m	* Vialidad	* A partir de 1 m

Clave de escenario	Equipo donde se presenta el evento simulado	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de Afectación	Equipos o instalaciones presentes en los radios	Distancia al punto de la fuga
			Explosión (UVCE)	24.69m	* Vialidad *Vegetación urbana * Zona habitacional	* A partir de 1 m * 22 m N *A partir de 15 m
E33-PC-GDPE-QRO	Gasoducto de 63 mm PEAD	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	22.49 m	* Vialidad *Instalación industrial * Zona habitacional	* A partir de 8 m * 22 m E *A partir de 3 m
			Explosión (UVCE)	66.58 m	* Vialidad *Instalación industrial * Zona habitacional * Estación (MS)	* A partir de 8 m * 22 m E *A partir de 3 m *45 m NE
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	25.58 m	* Vialidad *Instalación industrial * Zona habitacional	* A partir de 8 m * 22 m E *A partir de 3 m
			Explosión (UVCE)	73.49 m	* Vialidad *Instalación industrial * Zona habitacional * Estación (MS) *Vías férreas	* A partir de 8 m * 22 m E *A partir de 3 m *45 m NE *65 m O
E34-CMP-GDPE-QRO	Gasoducto de 63 mm PEAD	Alto Riesgo en equipos	Radiación (CHOF)	4.30 m	* Zona habitacional	*A partir de 3 m
			Explosión (UVCE)	11.31 m	* Vialidad * Zona habitacional	* A partir de 8 m *A partir de 3 m
		Alto Riesgo	Radiación (CHOF)	4.64 m	* Zona habitacional	*A partir de 3 m
			Explosión (UVCE)	12.69 m	* Vialidad * Zona habitacional	* A partir de 8 m *A partir de 3 m

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO VII

REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Contenido

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO. 3

Anexos

Anexo 10 Reposicionamiento de Escenarios

VII. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.

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

a. Para los Escenarios de Riesgo analizados en el apartado IV.2 (Análisis Cuantitativo de Riesgo) del Capítulo IV del presente Estudio de Riesgo, se toma en cuenta la información generada en dicha sección, de tal manera que se analizan los resultados para confirmar o rectificar los valores de frecuencia.

b. Se considera la información generada en el Capítulo VI del presente Estudio de Riesgo, relativo al análisis de Vulnerabilidad, de igual manera que se analizan los resultados para confirmar o rectificar los valores de consecuencias.

c. Se toma en cuenta para la ponderación de frecuencia y consecuencia todos los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras) de tipo preventivo, de control y de mitigación incluyendo los sistemas activos de contraincendios que tiene consideradas en el diseño de la Instalación.

La Reponderación de los Escenarios, por cada Nodo Analizado se muestra en el **Anexo 10,** mismo que incluye las hojas de trabajo HazOp y What if? por Nodo Analizado.

Específicamente para los escenarios o desviaciones identificados en la metodología HazOp, que dieron origen a los Escenarios de Riesgo E01, E03, E05 y E07, la ponderación para el valor de la frecuencia disminuyó de 2 a 1 y para las consecuencias se mantuvo igual (3 y 2), esto derivado de los resultados del análisis de frecuencias y consecuencias, respectivamente. Para los Escenarios de Riesgo E02, E04, E05, E06 y E08 se re-ponderaron los valores de la Frecuencia y consecuencias, disminuyendo de 3 a 2 dichos valores, lo anterior procedente y considerando los resultados del análisis de frecuencias y consecuencias.

Por otro lado, en relación a los Escenarios de Riesgo en ductos E09 a E34 (resultado de la metodología What if?), disminuyeron los valores de frecuencia de 2 a 1, manteniendo el mismo valor de las consecuencias ocasionadas en los escenarios E09, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E21, E22, E23, E24 E25, E26, E27, E28, E31 y E32, logrando pasar de un nivel de riesgo Tipo B a Tipo C. En los Escenarios restantes, se disminuyeron aún más las consecuencias, de un valor de 3 hasta 1, preponderando el nivel de riesgo de un Tipo B a Tipo D.

Es importante mencionar que la probabilidad de ocurrencia de un incendio y/o explosión en el Sistema de Distribución, resultó de 7.0622×10^{-6} (Muy improbable). Por lo anterior, la mayoría de los escenarios fueron reposicionados de una categoría de riesgo "B" a una categoría de "Tipo C y D". De igual manera, para los Escenarios de Riesgo con mayores consecuencias, la categoría de riesgo se reposicionó en un nivel "Tipo C", resultado de reasignar un valor de frecuencia de 2 a 1.

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO VIII

SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Contenido

VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO. 3
VIII.1. Sistemas de Seguridad 3
VIII.2. Medidas Preventivas 7
VIII.3. Recomendaciones Técnico Operativas. 13

Tablas

Tabla VIII.1. Válvulas de seccionamiento 4
Tabla VIII.2. Diseño del Sistema de Protección catódica: Rectificadores. 6
Tabla VIII.3. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos. 13
Tabla VIII.4. Programa para la implementación de las Recomendaciones. 18

Anexos

Anexo 1 Planos de la Instalación
Anexo 11 Otros Anexos

VIII. Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los Escenarios de Riesgo.

VIII.1. Sistemas de Seguridad

Tractebel Digaqro S.A. de C.V. cuenta con dispositivos y sistemas de seguridad para la operación segura de las instalaciones, los cuales se refieren a la instrumentación ingenieril, como pueden ser, válvulas de seguridad, sistemas de auto-bloqueo, entre otros equipos, dispositivos y sistemas que permitirán la atención de cualquier situación de riesgo que se pueda presentar.

❖ Sistema SCADA y Comunicaciones

En la regional se cuenta con un sistema de trasmisión de datos denominado SCADA a través del aplicativo Talón de la marca Eagle Research, el cual se usa para monitorear las condiciones de los City Gates y estaciones de regulación y medición, esta comunicación se realiza por medio de la comunicación vía línea telefónica y vía modo GPRS, la interrogación de los datos se realiza una vez al día y este sistema resguarda en un servidor los datos históricos de las condiciones de operación y consumos de las estaciones que se tienen conectadas al sistema SCADA.

Las estaciones con enlace al sistema SCADA, cuentan con un equipo electro corrector de flujo con comunicación Modbus RTU, así también cada RTU cuenta con un modem celular GPRS marca WINTECH GP3, para realizar la comunicación con el servidor principal, el cual interroga los equipos y almacena los datos.

Cuartos de Control.

En la regional no se tiene instalado un cuarto físico en ninguna de las instalaciones, el monitoreo que se realiza es a través del aplicativo Talón, se tiene el monitoreo de variables y se tienen programadas alarmas que envían notificando a los usuarios vía mail, este aplicativo no toma ninguna acción en caso de haber rebasado las condiciones de operación en las instalaciones, tiene la forma de comunicación remota desde cualquier equipo de cómputo con internet y con las credenciales necesarias de acceso, para el monitoreo y visualización de las variables.

❖ Válvulas de Seccionamiento

Las válvulas de seccionamiento sirven para el corte de flujo de gas a lo largo del Sistema de Distribución para así poder aislar secciones de la red que hayan sufrido algún daño.

La red de distribución está integrada con 24 válvulas de acero en red de alta presión y 231 válvulas de polietileno en red de baja presión, las cuales pueden ser tipo bola flotante o bola trunnion de cuerpo completo y de tipo compuerta, de acuerdo con lo indicado en la ficha técnica.

El diseño, fabricación y pruebas de válvulas deben cumplir con los estándares de la normatividad vigente, así como las buenas prácticas de la industria.

Las válvulas de polietileno del sistema de distribución cuentan con un programa de inspección y mantenimiento anual de válvulas de líneas de redes de PE para la red de baja presión.

El mantenimiento se realizará de acuerdo a la normatividad vigente y a las recomendaciones de los fabricantes cuando menos una vez por año calendario, no excediendo los quince (15) meses.

Los trabajos de mantenimiento anual de válvulas podrán ser realizados en conjunto con el programa de detección sistemática de fugas de la línea o bien de manera independiente.

La red de acero de alta presión cuenta con válvulas de seccionamiento y válvulas troncales, que permiten en un momento dado el bloqueo del flujo de gas en ciertas secciones de los ductos, si así es requerido por alguna emergencia o por trabajos en el sistema. El accionamiento de todas las válvulas existentes en la red de alta presión se opera de forma manual en sitio.

Las válvulas de la red de alta presión están debidamente identificadas de acuerdo con su ubicación, se tienen diversos tipos como válvula de bola, macho y compuerta, en diversos diámetros de acuerdo con el troncal o ramal al que seccionan.

La inspección y mantenimiento se realizará por lo menos una vez por año calendario, no excediendo los quince (15) meses, con la finalidad de que se encuentren libres de basura, agua o cualquier otro elemento ajeno al sistema, se debe revisar el funcionamiento de la válvula, lubricar cuando aplique, verificar que no existan fugas y proteger con recubrimiento anticorrosivo.

En cada válvula de seccionamiento debe aparecer un número de identificación asignado por el área de

Antes del inicio de las operaciones, las válvulas fueron probadas conforme a lo siguiente:

- Cuerpo de la válvula: con la válvula en posición totalmente abierta, se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la máxima presión de operación.
- Asiento de la válvula: con la válvula en posición totalmente cerrada, se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la máxima presión de operación.
- Las válvulas se deben operar para comprobar su buen funcionamiento.

Tabla VIII.1. Válvulas de seccionamiento

Polígono	Material	Presión de operación (Bar)	Válvulas (Pza)
1	PEAD	4	2
	AC	21	4
2	AC	21	7
3	PEAD	4	5
	AC	21	10

Polígono	Material	Presión de operación (Bar)	Válvulas (Pza)
4	PEAD	4	16
5	PEAD	4	37
6	PEAD	4	1
7	PEAD	4	49
8	PEAD	4	52
	AC	4	3
9	PEAD	4	42
10	PEAD	4	16
	AC	4	0
11	PEAD	4	11
TOTAL			**255**

En el Anexo 2a., se incluye una lista de la totalidad de válvulas de acero al carbón y de polietileno instaladas en el trazo del sistema de distribución, en el cual se indican las coordenadas de localización por polígono de construcción.

Por la configuración de la red, no es posible realizar la corrida de limpieza o inspección con equipos instrumentados (trampas de diablos).

❖ **Válvulas reguladoras y de corte en Estaciones ED, ERM y MS**

En la parte de regulación de las Estaciones se tienen una o dos líneas (depende del tipo de Estación), cada una tiene una válvula de corte por alta presión y un arreglo de regulador activo, la válvula de corte tiene una señal aguas abajo con la que se realiza la medición de la presión para tomar la acción de cortar en caso de que la presión se eleve más allá del ajuste establecido a la válvula de corte.

❖ **Protección anticorrosiva**

Los ductos cuentan con diversos tipos de recubrimientos mecánicos anticorrosivos en tubería enterrada, como lo son del tipo alquitrán de hulla, cintas viscoelásticas, resinas epóxicas, tricapa de polietileno extruido (3LPE), epóxico liquido altos sólidos, RAM-100, con la finalidad de evitar la corrosión exterior de acuerdo como lo indica el apéndice normativo II de la NOM-003-ASEA-2016, referente a las transiciones de fase de las tuberías enterrada a la tubería aérea o superficial se cuenta con recubrimiento epóxico liquido alto solidos RAM-100.

Las tuberías e instalaciones superficiales tienen recubrimiento anticorrosivo del tipo primario epóxico inorgánico de zinc, epóxico de altos sólidos y acabado de poliuretano en estructuras expuestas a los rayos UV.

La tubería de polietileno llega con un recubrimiento de fábrica, en cada soldadura ya aprobada por la supervisión de ENGIE, se debe recubrir la parte desnuda del ducto con mangas termocontráctiles.

❖ **Sistema de protección catódica**

El sistema de protección catódica por corriente impresa es capaz de suministrar la corriente de protección requerida para llevar a toda la estructura enterrada a potenciales polarizados por encima de -850 mV vs $Cu/CuSO_4$ como lo indica la NOM-003-ASEA-2016 y diseñadas en base a la longitud, tipo de recubrimiento y diámetros de tubería a proteger, todo esto médiate una fuente de suministro de corriente directa (rectificador), y una cama anódica en paralelo de tipo convencional y/o a pozo profundo, o de ánodos de sacrificio, además de las conexiones eléctricas entre el ducto, cama y rectificador.

Para este proyecto se tiene instalado un rectificador en la colonia La Sierrita, en el municipio de Querétaro, el cual forma parte del sistema de protección catódica de la red de acero de alta presión, con las siguientes características:

Tabla VIII.2. Diseño del Sistema de Protección catódica: Rectificadores.

Nombre del Rectificador	Ubicación km. y/o coordenadas UTM		Inicio de área de influencia km.	Fin de área de influencia km.	Tipo
La Sierrita	352366.24	2277693.34	14+500	21+500	Salidas múltiples

Las interconexiones a las City Gate, estaciones de regulación y medición cuentan con aislamientos eléctricos de tipo monolítica, micarta así como tubos y arandelas aislantes, que están instalados en las bridas de entrada y salida de las instalaciones para no afectar la eficacia del sistema de protección catódica, evitando la fuga de corriente hacia otras estructuras. Se inspecciona mediante el método conductivo con equipo de radiofrecuencia o comparación de potencial ducto/suelo mediante un multímetro y una celda de referencia $Cu/CuSO_4$.

A lo largo de la trayectoria del gasoducto se presentan cruces con otras infraestructuras (ductos que transportan agua). Estos ductos se encuentran a su vez protegidos mediante sistemas de protección catódica por corriente impresa que operan con corrientes relativamente elevadas; y contemplando la cercanía de algunos de estos sistemas con respecto a los gasoductos de la regional, la posibilidad de un fenómeno de interferencia estaría latente especialmente en las zonas de cruces entre los ductos, al ser ésta comúnmente la zona de descarga de la corriente en ductos que se ven interferidos por sistemas de protección catódica ajenos.

VIII.2. Medidas Preventivas

El regulado cuenta con una serie de Procedimientos Operativos y de Mantenimiento, así como especificaciones técnicas que incluyen medidas preventivas para minimizar los peligros y riesgos existentes en la operación de un ducto que conduce gas natural. A continuación, se indican algunas medidas:

❖ **Sistemas de Odorización.**

El sistema de distribución de gas natural operado por Tractebel Digaqro S.A. de C.V. cuenta con Sistemas de Odorización localizados en los puntos de inyección al sistema de distribución, denominados City Gates (instalaciones fuera del alcance del presente Proyecto), ya que tiene la responsabilidad de odorizar el gas natural al inicio del sistema de distribución, es decir inmediatamente después de recibido del sistema de transporte, de manera de facilitar la detección de su presencia en la atmósfera como consecuencia de alguna fuga, además de realizar el monitoreo del odorante para garantizar la eficacia de este.

De esta forma a la salida de la City Gate, se conecta sobre la línea el sistema de odorización con el objetivo de inyectar agente odorante (ter-butil mercaptano) a la corriente que se entrega al consumidor, mediante una válvula controlada por el panel de control electrónico del propio sistema, bajo un régimen de inyección de odorante entre 4 y 12 mg/m^3 de gas natural para el flujo máximo de operación. El controlador del odorizador es capaz de regular la tasa de inyección en función de la cantidad de flujo de gas que pasa por la City Gate.

El tanque de almacenamiento del líquido odorante tiene un volumen suficiente para suministrar la tasa de inyección máxima por periodos anuales. El controlador electrónico del equipo odorizador recibirá la señal del corrector electrónico de flujo para calcular la inyección de odorante en función al mismo.

La actividad de odorización comprende la inyección de un compuesto químico de la familia de los mercaptanos con la intención de facilitar la detección de su presencia en la atmosfera por el olfato humano como consecuencia de alguna fuga y tomar las debidas acciones o precauciones de controlar la presencia de mezclas explosivas que desencadenen condiciones de riesgo, en espacios confinados atmosferas con bajo nivel de oxígeno y en espacios abiertos la posibilidad de que al contacto con fuego o chispa un conato de incendio, incendio o explosión. La correcta y continua dosis de este odorante en el flujo de gas natural garantiza la eficacia de la detección. El odorante que se utiliza cumple con los siguientes requisitos de acuerdo con el apéndice normativo I de la NOM-003-ASEA-2016:

- Contar con un grado de pureza que permita alcanzar el nivel de odorización mínimo, el gas debe ser odorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad, o cuando la proporción de Gas en aire sea de 1% (uno por ciento).

- Ser compatible con los materiales de fabricación del equipo utilizado para la odorización del Gas.

- Ser estable física y químicamente para asegurar su presencia como vapor dentro de la corriente de Gas.

- No ser tóxico ni nocivo para las personas y equipos en la concentración requerida.
- Permitir la combustión dentro del rango recomendado por el fabricante.
- Contar con un grado de penetrabilidad que permita detectar las fugas de Gas de una tubería enterrada por medio de la mancha que deja en el suelo y así prevenir a la población en el área circundante del peligro.
- Tener una solubilidad en agua menor a 2,5% en masa.
- Contar con un olor que proporcione al Gas el aroma característico y persistente.
- Ser manejable para facilitar su adición al Gas.

El Gas es odorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad (LIE), o cuando la proporción de Gas en aire sea de 1% (uno por ciento).

El olor del Gas se monitorea en puntos determinados del Sistema de distribución, así como en el punto más lejano de donde se realiza la dosificación del odorizante, para verificar que la concentración del odorizante sea estable y se perciba cuando la proporción de Gas en aire sea del 1% (uno por ciento) o una quinta parte del límite inferior de explosividad.

Los monitoreos se realizan con un equipo especializado (odorómetros), en el cual los técnicos verifican la intensidad de olor percibida, la concentración se puede determinar con la concentración de gas natural y odorante en el aire

Cada 30 días se determinan los niveles de odorización (monitoreo) con instrumentos de dilución en aire. El lapso entre cada monitoreo no debe exceder los 33 días.

- **Consideraciones durante la construcción del Sistema de Distribución**

La construcción de la red y accesorios es con estricto apego a la *NOM-003-SECRE-2002* ahora cancelada y sustituida por la *NOM-003-ASEA-2016* "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos" y las Especificaciones Técnicas Generales IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno", IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

La profundidad mínima a la que se instalan los ductos de PEAD, es de 0.60 m a lomo de tubo en excavación normal y a 0.45 m en excavación en roca, y para tubería de acero de 2" hasta 12" Ø es de 0.80 m a lomo de tubo, estas cumplen con la NOM-003-ASEA-2016 y con el punto 6.10 "Excavaciones y zanjas" de la IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno" y 6.1.10 "Excavaciones y zanjas" IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

Las contratistas contactan en todo momento a las dependencias correspondientes antes de los inicios de obra (Comisión Federal de Electricidad, organismos operadores de agua y drenaje, Telmex, etc.) para tener una mejor ubicación de sus servicios mediante recorridos y se repara a los que resulten afectados por las obras, así mismo la contratista en conjunto

con la supervisión de ENGIE (Tractebel Digaqro S.A. de C.V.) están en coordinación para la menor afectación posible entre las partes involucradas.

La separación mínima entre la tubería y otras estructuras subterráneas paralelas o cruzadas cumple con la NOM-003-ASEA-2016 y a lo indicado en el punto 6.10.3 "Métodos y sistemas de trabajo para las excavaciones" de la IG-STG-ETG-04 "Redes de Polietileno" prevenir daños en ambas estructuras.

Durante el zanjeo se deben controlar permanentemente la profundidad y el ancho de la zanja no admitiéndose desviaciones superiores a +/- 10% sobre lo especificado en el Proyecto Constructivo o en estas Especificaciones Técnicas.

Asimismo, se asegura la separación mínima a otras instalaciones de servicio, según el siguiente detalle:

Red de Acero

- Separación mínima de 1.00 m a cualquier otra instalación de servicio que corra paralela o cruce, con otros ductos de transporte y/o distribución.
- Separación mínima de 3.00 m a cables de baja y media tensión y de comunicaciones subterráneas/enterradas.
- Separación mínima de 10 m respecto al sistema de tierras de las líneas de transmisión aéreas de 230 KV y menores.
- Separación mínima de 15 m respecto al sistema de tierras de las líneas de transmisión aéreas de 400 KV.

Red de Polietileno

- Separación mínima de 0.30 m a cualquier otra instalación de servicio que corra paralela o cruce.
- Separación mínima de 1.00 m respecto líneas baja y media tensión y de comunicaciones
- Separación mínima de 0.30 m con otros ductos de Distribución, si el Ø es < 250 mm
- Separación mínima de 0.50 m con otros ductos de Distribución, si el Ø es ≥ 250 mm
- Para otros ductos de Distribución o Transporte ver ETP.

Los cambios de dirección y/o trayecto de la tubería de PEAD se realizan con la curvatura natural del polietileno cuidando que el radio mínimo de curvatura sea 30 veces el diámetro exterior, se considera la instalación de codos de 45° y en caso de que no se pueda respetar la curvatura natural se utilizan codos de 90°. La curvatura se realiza de tal manera que la sección transversal se mantenga lo más circular posible, evitando que la ovalidad sobrepase el 5%.

Para la instalación de ductos de A.C., el trazo de la línea debe realizarse de tal modo que no presente durante el trayecto cambios de profundidad o dirección importantes, esto es, que se mantenga el trazo lo más recto posible, así mismo debe respetarse en todo momento la profundidad y ancho de la zanja que se indica en la IG-STG-ETG-02 "Gasoducto de acero".

- **Vigilancia continua**

La vigilancia continua permite determinar y tomar acción inmediata en lo concerniente a cambios de clase de trazado, averías, pérdidas registradas, corrosión, cambios sustanciales en requerimientos de protección catódica, y otras condiciones inusuales de operación y mantenimiento.

Si se encuentra que un tramo de tubería no se halla en condiciones satisfactorias, pero no existe peligro inmediato, se inicia un programa para su reacondicionamiento o retiro, o bien, si el tramo no puede ser reacondicionado o sacado de servicio, se debe reducir la presión máxima de operación permisible.

La Vigilancia Continua se lleva a cabo a través de las siguientes acciones:

- ✓ Inspecciones visuales periódicas
  Los empleados que realizan trabajos en campo deben observar las condiciones enumeradas a continuación como parte de sus tareas diarias, de modo de dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Continua:
  - ❖ Construcciones ajenas en las cercanías de la traza de las tuberías o instalaciones de gas, sean de la Distribuidora o de los clientes.
  - ❖ Ejecución de trabajos de terceros en las cercanías de la traza de las tuberías o instalaciones de gas, sean de la Distribuidora o de los clientes.
  - ❖ Modificaciones en las densidades de población.
  - ❖ Efecto de la exposición o movimiento de las instalaciones del gasoducto.
  - ❖ Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones.
  - ❖ Posible manipulación peligrosa, vandalismo, daños o evidencias de tales situaciones.
  - ❖ Control de afectaciones sobre instalaciones de gasoductos.
  - ❖ Posible migración de gas a edificios desde cámaras y fosas a través de entradas de aire.
  - ❖ Daños en la señalización de la traza.

- ✓ Estas situaciones anormales también pueden ser detectadas mientras se llevan a cabo Planes de Trabajo tales como:
  - ❖ Celaje.
  - ❖ Búsqueda sistemática de fugas.
  - ❖ Mantenimiento de válvulas de bloqueo de línea.
  - ❖ Inspección de estaciones reguladoras de presión.
  - ❖ Monitoreo de potenciales para el control de corrosión externa.
  - ❖ Investigación de averías.
  - ❖ Monitoreo del nivel de odorante.
  - ❖ Plan de Prevención de Daños.

- ✓ Adicionalmente a las observaciones de campo, la vigilancia continua comprende la revisión, análisis e interpretación de todos los reportes emitidos a partir de los planes de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, así como de las investigaciones que haya sido necesario realizar.

- ✓ A continuación, se listan a modo de referencia, las inspecciones cuyos reportes deben ser analizados:
  - ❖ Inspecciones de fugas.
  - ❖ Inspecciones de válvulas.
  - ❖ Inspecciones de registros.
  - ❖ Inspecciones de señalización.
  - ❖ Inspecciones de estaciones reguladoras de presión.
  - ❖ Inspecciones para el control de corrosión.
  - ❖ Investigaciones de fallas o averías.

La planificación de estas actividades es responsabilidad del jefe del área correspondiente, quien debe elaborar un plan específico contemplando la participación de los especialistas de la Dirección de Ingeniería y Generación que correspondan y del área de seguridad, salud y medio ambiente.

- **Búsqueda Sistemática de Fugas**

Durante la Búsqueda Sistemática de Fugas (BSF) el Superintendente realiza el programa en el primer trimestre del año y lo valida con las áreas involucradas. El Técnico de BSF ejecuta las actividades de Búsqueda Sistemática de Fugas, realizando el recorrido a pie o en vehículo, a lo largo de la red. Al finalizar los recorridos programados se documenta el Reporte de Detección de Fugas (versión vigente), el cual sirve de base para generar semanalmente el Reporte de Fugas con el número de fugas detectadas, que será entregado a cada Distribuidora para su atención. Cada Distribuidora será responsable de presentar el Reporte respectivo a la CRE.

- **Celaje de ductos**

El Gerente de O&M o el jefe de O&M de cada Distribuidora es responsable de programar las actividades de celaje, para detectar posibles interferencias o afectaciones en la Red, y debe supervisar la ejecución por parte de los Técnicos que realizan las actividades de celaje.

Procedimientos de Emergencia

- Se cuenta con un Manual llamado "Plan de Prevención de Daños" (PPD), a través del cual se establecen las medidas de seguridad y los lineamientos para informar, coordinar y verificar las actividades de excavación y construcción que podrían causar daños a las instalaciones subterráneas del Sistema de Distribución realizadas por empresas o instituciones. Estas actividades se entienden como todo trabajo o movimientos de excavación a cielo abierto, hincado, construcciones de túneles, remoción de estructuras mediante explosivos o medios mecánicos, remoción de árboles y otras operaciones de movimientos de tierras.

Estableciendo las medidas a tomar antes y durante la ejecución de trabajos, caso de fuga y las precauciones en caso de acceso a estructuras subterráneas ajenas al Regulado.

EL objetivo del PPD, es evitar toda situación que pueda poner en riesgo a clientes, trabajadores, colaboradores y a la población en general, a través de recomendaciones a las empresas y/o autoridades que realicen obras de excavación en las cercanías a las instalaciones de distribución de gas natural. Asimismo, se da respuesta a la solicitud de interferencias, al ubicar instalaciones y tuberías de gas y supervisar los trabajos más comprometidos. Razón por la cual, cada Distribuidora, es responsable de establecer y mantener las estrategias de comunicación en función de los requerimientos y necesidades con las distintas autoridades, empresas y/o instituciones. La finalidad de informar sobre el Plan de Prevención de Daños a estos stakeholders, es que exista retroalimentación constante de todos los proyectos de construcción o trabajos de mantenimiento de servicios públicos, que se planeen realizar, asegurando que estos trabajos no afecten las tuberías o instalaciones de Tractebel Digaqro S.A. de C.V. La comunicación es a través del jefe de Ductos/Gerente de O&M o su equivalente, el personal que representa a la autoridad o bien directamente con el representante de la obra en cuestión

- Tractebel Digaqro S.A. de C.V. cuenta con un Plan de Respuesta a Emergencias para dar una respuesta sistemática y precisa a potenciales situaciones o condiciones de emergencia que involucren directa o indirectamente al Sistema de Distribución, a fin de minimizar los peligros hacia las personas, bienes y afectaciones al medio ambiente.

Los objetivos principales del PRE comprenden:

- ✓ Priorizar la seguridad de las personas
- ✓ Preservar la propiedad
- ✓ Minimizar la magnitud del daño
- ✓ Controlar impactos y daños ambientales
- ✓ Capacitar al personal sobre procedimientos de emergencia
- ✓ Restablecer los servicios esenciales en forma segura y rápida
- ✓ Investigar la causa de la falla

En el **Anexo 11,** se presentan **Procedimientos de emergencia, operativos y de mantenimiento, así como especificaciones técnicas consideradas para ductos de acero y polietileno**.

VIII.3. Recomendaciones Técnico Operativas

Tabla VIII.3. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				Clave de escenario	Descripción		
R1	Asegurar que se cuente con un contacto para la comunicación con el proveedor de Gas Natural.	Se generan en el Nodo 1, (aplica a desviaciones de los nodos 2 al 4). Ver en Hojas de trabajo HazOp	Elemento X.- Control de actividades y procesos.	E01-PC-ED01-QRO a E08-CMP-MS04-QRO	Fuga de Gas Natural en Estación ED, ERM o MS (Provoca Incendio y explosión)	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R2	Realizar capacitación continua al personal O&M, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación		Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R3	Asegurarse que el personal de HSSE encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.		Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento. Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B
R4	Asegurarse de contar con los planos actualizados de la Estación y/o sistema a operar.		Elemento VIII. - Control de documentos y registros. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R5	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los sistemas y/o componentes de las Estaciones (ED, ERM y MS)		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R6	Asegurar la difusión e implementación de los		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				Clave de escenario	Descripción		
	procedimientos para la atención de emergencias						
R7	Asegurarse de la calidad del material utilizado en el Sistema de Distribución.		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R7	Instaurar o en su caso asegurar la vigilancia de las instalaciones superficiales con base en el programa de mantenimiento y realizar la verificación visual de los sistemas.		Elemento X.- Control de actividades y procesos. Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R8	Anticiparse a contar con partes de repuesto y vigilar (registrar) caída de presión en filtros durante inspecciones		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R9	Vigilar que se cumpla la especificación de gas natural conforme NOM-001-SECRE-2010 e informar de su incumplimiento en caso de presentarse exceso de impurezas		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R10	Asegurar la aplicación del procedimiento de inspección y mantenimiento contra la corrosión atmosférica y externa por personal calificado y capacitado.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				Clave de escenario	Descripción		
R11	Analizar, registrar y conocer el tiempo de vida útil remanente para la estación.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R12	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo al sistema de puesta a tierras y pararrayos		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R13	Asegurar la aplicación del mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario	Se genera en Nodo 5, (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas 6 al 19). Ver en Hojas de trabajo, What if?	Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	E09-PC-GDAC-QRO a E34-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural en Gasoductos de Ac o PE (Provoca Incendio y explosión)	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B
R14	Asegurar la disponibilidad de accesorios para realizar la intervención de la toma clandestina (tapones cap, tubería, abrazaderas para toma clandestina)		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R15	Contemplar la disponibilidad de recursos con contratista, que incluye soldador certificado y personal para atender emergencia, maquinaria y equipos.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R16	Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración.		Elemento X.- Control de actividades y procesos.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				Clave de escenario	Descripción		
R17	Conocer la PMOP en los ductos de distribución realizando la evaluación correspondiente.		Elemento X.- Control de actividades y procesos.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R18	Asegurar la disponibilidad de accesorios para realizar la intervención de la toma clandestina en tuberías de polietileno (tapping, tubería, coples, tapones).	Se genera en Nodo 11 (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas 12 al 19)	Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R19	Asegurarse de la implementación de los Programas de Ayuda Mutua.	Se genera en Nodo 5, (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas del 6 al 19). Ver en Hojas de trabajo What if?	Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C
R20	Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C

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

- R21.- Dar atención y seguimiento a las observaciones y/o comentarios realizados en la Lista de Verificación desarrollada para el Análisis Preliminar de Peligros.
- R22,- Realizar un análisis costo – beneficio sobre la factibilidad de instaurar tecnologías de ingeniería instrumentada para el control y cierre remoto de válvulas troncales de los Gasoductos de Acero al Carbón que conforman la red de Alta presión.
- R23.- Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño aplicables al sistema de distribución y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).
- R24.- El Análisis de Riesgos deberá evaluarse cada 5 años y previo a un desmantelamiento o cuando ocurran accidentes.
- R25.- El Análisis de Riesgos se deberá actualizar en caso de modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o Permiso otorgado o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo de la Instalación.

Tabla VIII.4. Programa para la implementación de las Recomendaciones.

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
R1	Asegurar que se cuente con un contacto para la comunicación con el proveedor de Gas Natural.	Se generan en el Nodo 1, (aplica a desviaciones de los nodos 2 al 4). Ver en Hojas de trabajo HazOp	Elemento X.- Control de actividades y procesos.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R2	Realizar capacitación continua al personal O&M, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación		Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	De acuerdo a los programas de capacitación anuales
R3	Asegurarse que el personal de HSSE encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso.		Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento. Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B	De acuerdo a los programas de capacitación anuales
R4	Asegurarse de contar con los planos actualizados de la Estación y/o sistema a operar.		Elemento VIII. - Control de documentos y registros. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R5	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los sistemas y/o componentes de las Estaciones (ED, ERM y MS)		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	De acuerdo al programa anual de mantenimiento
R6	Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B	De acuerdo a los programas de capacitación anuales y en caso de cambio de personal operativo
R7	Asegurarse de la calidad del material		Elemento XI.- Integridad Mecánica y	Tractebel Digaqro	C	De acuerdo al sistema de

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
	utilizado en el Sistema de Distribución.		aseguramiento de la Calidad.	S.A. de C.V.		calidad; en etapa constructiva
R7	Instaurar o en su caso asegurar la vigilancia de las instalaciones superficiales con base en el programa de mantenimiento y realizar la verificación visual de los sistemas.		Elemento X.- Control de actividades y procesos. Elemento VI. - Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	De acuerdo al programa anual de mantenimiento
R8	Anticiparse a contar con partes de repuesto y vigilar (registrar) caída de presión en filtros durante inspecciones		Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R9	Vigilar que se cumpla la especificación de gas natural conforme NOM-001-SECRE-2010 e informar de su incumplimiento en caso de presentarse exceso de impurezas		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R10	Asegurar la aplicación del procedimiento de inspección y mantenimiento contra la corrosión atmosférica y externa por personal calificado y capacitado.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	De acuerdo al programa anual de mantenimiento
R11	Analizar, registrar y conocer el tiempo de vida útil remanente para la estación.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R12	Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo al sistema de puesta a tierras y pararrayos		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	De acuerdo al programa anual de mantenimiento

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
R13	Asegurar la aplicación del mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario	Se genera en Nodo 5, (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas 6 al 19). Ver en Hojas de trabajo What if?	Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B	De acuerdo al programa anual de mantenimiento
R14	Asegurar la disponibilidad de accesorios para realizar la intervención de la toma clandestina (tapones cap, tubería, abrazaderas para toma clandestina)		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R15	Contemplar la disponibilidad de recursos con contratista, que incluye soldador certificado y personal para atender emergencia, maquinaria y equipos.		Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R16	Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración.		Elemento X.- Control de actividades y procesos.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	B	Durante la operación del sistema de distribución
R17	Conocer la PMOP en los ductos de distribución realizando la evaluación correspondiente.		Elemento X.- Control de actividades y procesos.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R18	Asegurar la disponibilidad de accesorios para realizar la intervención de la toma clandestina en tuberías de polietileno (tapping, tubería, coples, tapones).	Se genera en Nodo 11 (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas 12 al 19)	Elemento IX.- Mejores prácticas y Estándares. Elemento XI.- Integridad Mecánica y aseguramiento de la Calidad.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución

No.	Recomendación	Id. del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones	Responsable	Nivel de Riesgo	Fecha o Periodo para su implementación
R19	Asegurarse de la implementación de los Programas de Ayuda Mutua.	Se genera en Nodo 5, (aplica a desviaciones de los nodos / sistemas del 6 al 19). Ver en Hojas de trabajo What if?	Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante la operación del sistema de distribución
R20	Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).		Elemento XIII.- Preparación y respuesta a emergencias.	Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	C	Durante el primer año (Octubre 2022 – Octubre 2023)
R21	Dar atención y seguimiento a las observaciones y/o comentarios realizados en la Lista de Verificación desarrollada para el Análisis Preliminar de Peligros.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	No aplica	Durante el primer año (Octubre 2022 – Octubre 2023)
R22	Realizar un análisis costo – beneficio sobre la factibilidad de instaurar tecnologías de ingeniería instrumentada para el control y cierre remoto de válvulas troncales de los Gasoductos de Acero al Carbón que conforman la red de Alta presión.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	No aplica	Durante el periodo de dos años (Octubre 2022 – Octubre 2024)
R23	Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño aplicables al sistema de distribución y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	No aplica	Durante la operación del sistema de distribución
R24	El Análisis de Riesgos deberá evaluarse cada 5 años y previo a un desmantelamiento o cuando ocurran accidentes.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	No aplica	Durante la operación del sistema de distribución
R25	El Análisis de Riesgos se deberá actualizar en caso de modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o Permiso otorgado o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo de la Instalación.			Tractebel Digaqro S.A. de C.V.	No aplica	Durante la operación del sistema de distribución

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

Contenido

IX. CONCLUSIONES. 3

Tablas

Tabla IX.1. Localidades afectadas por escenarios de riesgo en ducto. 4
Tabla IX.2. Peor caso y casos más probables para los escenarios de riesgo simulados. 6

IX. Conclusiones

El presente Estudio de Riesgo realizado para el Sistema de Distribución de Gas Natural (SDGN) denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales" (Instalación), en etapa de operación (ingeniería como quedó construido, As-built), se desarrolló en apego a lo requerido por la "Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)" emitida por la ASEA.

El ARSH llegó a la conclusión de que los riesgos mayores en la instalación son la ocurrencia de incendio y explosión por fuga de Gas Natural, lo anterior derivado de golpes externos accidentales o afectaciones ocasionados por terceros, además de fisuras por corrosión, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, así como a las condiciones de operación, por lo que las medidas de prevención y control que se instauraron en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante durante la operación de la instalación.

El riesgo existente en la actividad realizada (Distribución de Gas Natural) es evidente, esto obedece por las actividades donde se trabaja con altas presiones y altos flujos. Con la aplicación de las técnicas cualitativas de HazOp y ¿Qué pasa si…? se lograron identificar cuáles de los escenarios son a los que se debe poner mayor atención. Entre las causas más probables que pueden provocar la pérdida de contención y derivar en la liberación del gas natural, se tienen las actividades no autorizadas (excavaciones por terceros) y la desatención de los procedimientos operativos y de mantenimiento, sin embargo, el Regulado cuenta con las medidas de seguridad preventivas y de control que permitirán que el riesgo sea controlable y pueda ser posible su reducción poniendo especial atención en estas actividades de mantenimiento y supervisión constante en la operación de las instalaciones del Sistema. Aunado a lo anterior, es importante tener en consideración que los aspectos constructivos aseguran al sistema una integridad funcional aceptable, la aplicación de los procedimientos y/o programas de operación y mantenimiento que se tienen establecidos para la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería en la operación, permiten que se pueda realizar una mejora continua, además, estas ayudan a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pudiera presentar. En este sentido, el Regulado asegura una operación confiable y compatible de la Instalación con la infraestructura y componentes ambientales existentes en su entorno.

Mediante la aplicación de la metodología HazOp y What if? se identificaron y evaluaron 221 escenarios (desviaciones) de riesgo con diferente grado de importancia (56 en HazOp y 165 en What if?), los cuales pueden causar daños a la población, impacto ambiental y daños a la instalación. Los resultados se distribuyen de la siguiente manera:

- En HazOp; 20 con categoría de riesgo "Tipo D", 28 de "Tipo C" y 8 de riesgo "B". El 85.71 % de los riesgos encontrados se categorizan en la zona de riesgo "Tolerable" y el 14.29 % en la zona ALARP.
- En What if?; 55 con categoría de riesgo "Tipo D", 97 de riesgo "C" y 13 con categoría de riesgo "Tipo B". El 66.67 % de los riesgos encontrados se categorizan en la zona de riesgo "Tolerable", y el 33.33 % en la zona de riesgo "ALARP".

Así mismo, se aplicó un análisis cuantitativo (Árbol de Fallas), con el fin de obtener de manera cuantitativa, la probabilidad de ocurrencia de las fallas o desviaciones con nivel de riesgo Tipo B, 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. Del análisis cuantitativo se obtuvo que la probabilidad de ocurrencia de un incendio y/o explosión en el Sistema de Distribución, es de 7.0622×10^{-6} (Muy improbable).

Las simulaciones consideradas en el ARSH, dan como resultado que pueden presentarse eventos por fugas que derivan en un incendio y/o explosión del combustible, mismas que tendrían afectaciones de alto riesgo a las instalaciones propias del Gasoducto, y posiblemente sobre la infraestructura e instalaciones externas que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) de los eventos simulados, debido a que los radios resultantes de los escenarios, E09-PC-GDAC-QRO (CHOF y UVCE), E11-PC-GDAC-QRO (CHOF y UVCE), E13-PC-GDAC-QRO (CHOF y UVCE), E15-PC-GDAC-QRO (CHOF y UVCE), E21-PC-GDPE-QRO (CHOF y UVCE) y E23-PC-GDPE-QRO (CHOF y UVCE), obtuvieron los mayores radios de afectación y peores consecuencias para las instalaciones, donde el alcance de las ZAR para incendio y explosión del Escenario E09, fue de 336.69 m y 795.07 m de distancia, respectivamente, para el Escenario E11, su alcance de la ZAR para incendio fue de 175.46 m y explosión fue de 425.78 m, por otro lado, para el Escenario E13, los radios alcanzaron los 87.00 m para incendio y 284.45 m para el evento de explosión, seguido del Escenario E15, donde los radios alcanzaron distancias de 66.85 m para incendio y 213.55 m para explosión, finalmente el alcance de las ZAR para incendio y explosión de los Escenarios E21 y E23, fueron de 81.54 m y 62.41 m para incendio, mientras que para explosión fueron de 253.00 m y 192.46 m de distancia, respectivamente, mismos radios que abarcan por completo las propias instalaciones de la red e instalaciones de Colonias aledañas y contiguas al Sistema de Distribución, tal como se indica la siguiente tabla:

Tabla IX.1. Localidades afectadas por escenarios de riesgo en ducto.

Escenario de Riesgo	Entidad	Municipio	Localidad / Colonia
E09-PC-GDAC-QRO	Querétaro	San Juan del Río	Conjunto Habitacional San Juan Bautista
	Querétaro	San Juan del Río	Barrio Guadalupe de las Peñas
	Querétaro	San Juan del Río	Barrio Lomo de Toro
	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento los Arrayanes
	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Lomas de Guadalupe
	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Infonavit Fátima
E11-PC-GDAC-QRO	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Infonavit San Cayetano
	Querétaro	San Juan del Río	San Cayetano 1ra sección
	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Rinconada de San Juan
E13-PC-GDAC-QRO	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Zona Industrial Nuevo San Juan
	Querétaro	San Juan del Río	San Rafael
	Querétaro	San Juan del Río	Unidad Habitacional Ferrocarriles
	Querétaro	San Juan del Río	Fraccionamiento Vista del Valle
	Querétaro	San Juan del Río	Jardines del Pedregal
E15-PC-GDAC-QRO	Querétaro	San Juan del Río	Cuarto Centenario
	Querétaro	San Juan del Río	Conjunto Habitacional Las Torres
	Querétaro	San Juan del Río	Omya México (industria)
E21-PC-GDPE-QRO	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Vista Hermosa

Escenario de Riesgo	Entidad	Municipio	Localidad / Colonia
	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Pedregal de Vista Hermosa
	Querétaro	Querétaro	Loma Dorada
	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Cuesta Azul
	Querétaro	Querétaro	Colinas de San Pablo
	Querétaro	Querétaro	La Condesa
E23-PC-GDPE-QRO	Querétaro	Querétaro	Conjunto Habitación Las Quintas 2da Sección
	Querétaro	Querétaro	Unidad Habitación Las Quintas
	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Cerrito Colorado 1ra Sección
	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Cerrito Colorado 7ma Sección
	Querétaro	Querétaro	Fraccionamiento Bugambilias
	Querétaro	Querétaro	Plazas del Sol 1ra Sección
	Querétaro	Querétaro	Plazas del Sol 2da Sección

Referente a las simulaciones de los escenarios E02, E04, E06, E08, E17, E18, E19, E20, E29, E30, E33 y E34, estas tienen alcances de afectación no tan relevantes y principalmente sólo en la propias instalaciones.

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

Por otra parte, los radios de posible afectación obtenidos para los gasoductos de AC y PE utilizados en el Sistema de Distribución pueden ser extrapolados a lo largo de su trayectoria, ya que para las simulaciones se consideraron las máximas condiciones de operación y las peores condiciones atmosféricas, por lo que dichos resultados representarán las consecuencias y afectaciones más catastróficas que pudieran ocurrir en la Instalación.

Para realizar el análisis de consecuencias, se asumieron los criterios bajo consenso del equipo de Estudio de Riesgo, así como los criterios propuestos en la "Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)" de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Una vez revisados los valores, índices de frecuencia y gravedad del Análisis cualitativo, y considerando los resultados de Análisis Detallado de Frecuencias y Análisis de Consecuencias, resulta que **los escenarios E09-PC-GDAC-QRO, E11-PC-GDAC-QRO, E13-PC-GDAC-QRO, E15-PC-GDAC-QRO, E21-PC-GDPE-QRO y E23-PC-GDPE-QRO representan el Peor Caso (caso más catastrófico) que pudiera ocurrir en las instalaciones del Sistema de Distribución y los escenario E02-CMP-ED01-QRO, E04-CMP- ERM02-QRO, E06-CMP-ERM03-QRO, E08-CMP-MS04-QRO, E17-PC-GDAC-QRO, E18-CMP-GDAC-QRO, E19-PC-GDAC-QRO, E20-CMP-GDAC-QRO, E29-PC-GDPE-QRO, E30-CMP-GDPE-QRO, E33-PC-GDPE-QRO y E34-CMP-GDPE-QRO, corresponden a los Casos Más Probables (escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia y consecuencias menores).**

Tabla IX.2. Peor caso y casos más probables para los escenarios de riesgo simulados.

Tipo de Caso	Clave de escenario	Descripción del escenario
Peor caso	E09-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 12" Ø) en gasoducto de 12" A.C. (Tramo en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E11-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" A.C. (Tramo en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E13-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en gasoducto de 4" A.C. (Tramo en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E15-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 3" Ø) en gasoducto de 3" A.C. (Tramos en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E21-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 8" Ø) en gasoducto de 8" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E23-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
Casos Más Probables	E02-CMP-ED01-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación Distrital (ED), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E04-CMP- ERM02-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E06-CMP-ERM03-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E08-CMP-MS04-QRO,	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 1" Ø) en la Estación tipo Metering Set (MS), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E17-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C. (Tramos en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E18-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C. (Tramos en San Juan del Río), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E19-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento /

Tipo de Caso	Clave de escenario	Descripción del escenario
		excavación.
	E20-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E29-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E30-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E33-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 100% de 63 mm Ø) en gasoducto de 63 mm PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E34-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 63 mm Ø) en gasoducto de 63 mm PE., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.

Por otro lado, factores como el tiempo de incidencia de la radiación térmica sobre los equipos, la presencia de objetos que puedan ser impulsados debido a la onda de choque (sobrepresión) en los eventos simulados, son factores clave para la evolución de un efecto dominó, por lo que es complejo determinar la posibilidad de que estos ocurran.

Cabe recalcar, que las medidas de seguridad y medidas preventivas, tanto de diseño, como de operación y los planes, programas y/o procedimientos con que cuenta la instalación, hacen que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente, asegurando una operación confiable y compatible del Sistema de Distribución con la infraestructura y componentes ambientales existentes en su entorno.

ESTUDIO DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

CAPÍTULO X

RESUMEN EJECUTIVO

Contenido

X. RESUMEN EJECUTIVO 3
X.1. Resumen del Sistema de Distribución de Gas Natural 3
X.2. Informe Técnico 8

Tablas

Tabla X.1. Peor caso y casos más probables para los escenarios de riesgo simulados. 3
Tabla X.2. Sustancias manejadas 9
Tabla X.3. Identificación y clasificación de riesgos 10
Tabla X.4. Criterios para la estimación de consecuencias 12
Tabla X.5. Resultados de la estimación de consecuencias 16

X. Resumen Ejecutivo

X.1. Resumen del Sistema de Distribución de Gas Natural

El presente Estudio de Riesgo para el Sector hidrocarburos se elabora para la operación (ingeniería como quedó construido, As-built) del Sistema de Distribución de Gas Natural (SDGN) denominado **"Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"** (en adelante **Instalación / Proyecto**), propiedad de Tractebel Digaqro S.A. de C.V. (Promovente).

Las obras y actividades de la presente Instalación, tienen como objetivo la distribución de Gas Natural para suministro a clientes residenciales, comerciales e industriales mediante una red de tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y tuberías de Acero al Carbón (AC) con diámetros variables y la instalación de elementos que permiten su correcta operación como lo son: válvulas, Estaciones Distritales (ED's) y Estaciones de Regulación y Medición (ERM o MS).

La Instalación está comprendida por 11 polígonos (solo como referencia para ubicación de las obras) que se ubican en los municipios de El Marqués, Querétaro y San Juan del Río, todos en el estado de Querétaro

Con la finalidad de satisfacer la demanda de los sectores habitacional, comercial e industrial en los municipios de Querétaro, El Marqués y San Juan de Río, la promovente llevó a cabo diversas obras, algunas amparadas bajo la autorización del proyecto "Distribución de Gas Natural en el Área Geográfica de Querétaro y San Juan del Río" (Mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-007899 de fecha 8 de diciembre de 1999) y otras, ante la necesidad de dotar de servicio, las llevó a cabo sin contar con autorización previa, tal es el caso del presente proyecto. Por tal motivo, la promovente busca

Para el presente Estudio de Riesgo 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 "No Tolerable" del análisis cualitativo de riesgos, así como los de interés particular ubicados en la zona "ALARP".
- Software PHAST versión 6.7, para realizar los análisis de consecuencias de los escenarios de simulación propuestos.

Respecto a los resultados de las hojas de trabajo para los 19 nodos / sistemas analizados mediante las metodologías HazOp y What If?, se encontraron un total de 221 desviaciones (escenarios) (56 en HazOp y 165 en What if) para posibles causas que originan la desviación, así mismo, entre estas se identificaron en HazOp 20 con categoría de riesgo "Tipo D", 28 de "Tipo C" y 8 de riesgo "B", por otro lado, en el análisis What if?, se encontraron 55 con categoría de riesgo "Tipo D", 97 de riesgo "C" y 13 con categoría de riesgo "Tipo B"

Una vez revisados los valores, índices de frecuencia y gravedad del Análisis cualitativo, y considerando los resultados de Análisis Detallado de Frecuencias y Análisis de Consecuencias, resulta que **los escenarios E09-PC-GDAC-QRO, E11-PC-**

GDAC-QRO, E13-PC-GDAC-QRO, E15-PC-GDAC-QRO, E21-PC-GDPE-QRO y E23-PC-GDPE-QRO representan el Peor Caso (caso más catastrófico) que pudiera ocurrir en las instalaciones del Sistema de Distribución y los escenario E02-CMP-ED01-QRO, E04-CMP- ERM02-QRO, E06-CMP-ERM03-QRO, E08-CMP-MS04-QRO, E17-PC-GDAC-QRO, E18-CMP-GDAC-QRO, E19-PC-GDAC-QRO, E20-CMP-GDAC-QRO, E29-PC-GDPE-QRO, E30-CMP-GDPE-QRO, E33-PC-GDPE-QRO y E34-CMP-GDPE-QRO, corresponden a los Casos Más Probables (escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia y consecuencias menores).

Tabla X.1. Peor caso y casos más probables para los escenarios de riesgo simulados.

Tipo de Caso	Clave de escenario	Descripción del escenario
Peor Caso	E09-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 12" Ø) en gasoducto de 12" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E11-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E13-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 4" Ø) en gasoducto de 4" A.C. (Tramo en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E15-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 3" Ø) en gasoducto de 3" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E21-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 8" Ø) en gasoducto de 8" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E23-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 6" Ø) en gasoducto de 6" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
Casos Más Probables	E02-CMP-ED01-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación Distrital (ED), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E04-CMP- ERM02-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E06-CMP-ERM03-QRO	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 3" Ø) en la Estación de Regulación y Medición (ERM), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E08-CMP-MS04-QRO,	Fuga de Gas Natural (orificio equivalente al 20% de 1" Ø) en la Estación tipo Metering Set (MS), debido a rotura de la tubería, ocasionada por un impacto durante los trabajos de mantenimiento.
	E17-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C.

Tipo de Caso	Clave de escenario	Descripción del escenario
		(Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E18-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C. (Tramos en San Juan del Rio), por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E19-PC-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E20-CMP-GDAC-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" A.C., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E29-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (rotura equivalente al 100% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E30-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 2" Ø) en gasoducto de 2" PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E33-PC-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 100% de 63 mm Ø) en gasoducto de 63 mm PEAD, por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.
	E34-CMP-GDPE-QRO	Fuga de Gas Natural (ruptura equivalente al 20% de 63 mm Ø) en gasoducto de 63 mm PE., por golpe o daño mecánico de terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.

Por otro lado, factores como el tiempo de incidencia de la radiación térmica sobre los equipos, la presencia de objetos que puedan ser impulsados debido a la onda de choque (sobrepresión) en los eventos simulados, son factores clave para la evolución de un efecto dominó, por lo que es complejo determinar la posibilidad de que estos ocurran.

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

- R2.- Realizar capacitación continua al personal, acerca de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema, manteniendo un registro de su aplicación
- R3.- Asegurarse que el personal encargado del sistema, se encuentre capacitado y sea capaz de atender cualquier anomalía en el proceso
- R6.- Asegurar la difusión e implementación de los procedimientos para la atención de emergencias
- R13.- Asegurar la aplicación mantenimiento a los postes de señalización a lo largo del ducto y remplazar de ser necesario

- R16.- Actualizar el directorio de dependencias en cada cambio de administración.
- R20.- Contar con el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
- R4.- Asegurar la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a los sistemas y/o componentes de las Estaciones (CG, DP, ERM y MS).

Así mismo, como recomendaciones adicionales a los análisis cualitativos y cuantitativos, se integran las siguientes recomendaciones generales que el Regulado deberá tomar en cuenta para la gestión de riesgos:

- R21.- Dar atención y seguimiento a las observaciones y/o comentarios realizados en la Lista de Verificación desarrollada para el Análisis Preliminar de Peligros.
- R22,- Realizar un análisis costo – beneficio sobre la factibilidad de instaurar tecnologías de ingeniería instrumentada para el control y cierre remoto de válvulas troncales de los Gasoductos de Acero al Carbón que conforman la red de Alta presión.
- R23.- Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño aplicables al sistema de distribución y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).
- R24.- El Análisis de Riesgos deberá evaluarse cada 5 años y previo a un desmantelamiento o cuando ocurran accidentes.
- R25.- El Análisis de Riesgos se deberá actualizar en caso de modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o Permiso otorgado o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo de la Instalación.

El presente Estudio de Riesgo realizado para el Sistema denominado "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales" (Instalación), se desarrolló en apego a lo requerido por la "Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)" emitida por la ASEA.

El ARSH llegó a la conclusión de que los riesgos mayores en la instalación son la ocurrencia de incendio y explosión por fuga de Gas Natural, lo anterior derivado de golpes externos accidentales o afectaciones ocasionados por terceros, además de fisuras por corrosión, desvío en los procedimientos de operación y/o mantenimiento, así como a las condiciones de operación, por lo que las medidas de prevención y control que se instauraron en cada punto de la instalación para reducir los riesgos existentes, juegan un papel muy importante durante la operación de la instalación. Dentro de dichas medidas preventivas y de control implementadas en el proyecto se pueden encontrar las siguientes: Sistema SCADA y comunicaciones, válvulas de seccionamiento en ductos de AC y PE, válvulas reguladoras y de corte en estaciones ED, ERM y MS, protección anticorrosiva y sistema de protección catódica en ductos, sistemas de odorización de gas en CG, especificaciones técnicas generales (ETG) en redes de polietileno y gasoductos de acero, inspecciones visuales periódicas, búsqueda sistemática de fugas, celaje de ductos, así como procedimientos de emergencia, operativos y de mantenimiento.

Por otro lado, es importante mencionar que de acuerdo con la ponderación empleada en el análisis cualitativo (de acuerdo a la Matriz de Riesgos) y en el análisis cuantitativo (Árbol de fallas), los escenarios más catastróficos (Peor caso -

PC), tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia y los escenarios menos catastróficos (Caso Más Probable - CMP), representan una probabilidad de ocurrencia media.

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

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

Con base a lo anterior, se concluye que existe la factibilidad técnica para la operación de la instalación, aun y cuando el riesgo inherente, es decir, el riesgo específico o intrínseco del proceso, para el sistema de distribución hacia los receptores de riesgo es alto, ya que de acuerdo con el desarrollo y resultados obtenidos en el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos, el Sistema de Distribución cuenta con las barreras de protección adecuadas que le permiten la administración de los riesgos inherentes del sistema y mantener el riesgo de las instalaciones en un nivel Tolerable.

X.2. Informe Técnico

Datos Generales del Regulado

Fecha de Ingreso: Noviembre 2022		
DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ESTUDIO 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: ASEA-TAD18649M		**R.F.C.:** TDI660211CR7
Nombre, razón o denominación social: Tractebel Digaqro S.A. de C.V.		
Nombre de la Instalación: "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"		
Objeto de la Instalación: Estudio de Riesgo del Sector de Hidrocarburos para la Instalación denominada "Proyecto QRO-07 Red de Distribución de Gas Natural en el área geográfica de Querétaro y San Juan Del Rio, Obras Adicionales"		
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES		
Calle y Número: N/A		**Colonia/Localidad:** N/A
Municipio/Delegación: Querétaro, El Marqués y San Juan del Rio		**Estado:** Querétaro
Código Postal: N/A		
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES		
Calle y Número: Acceso III No. 107		**Colonia/Localidad:** Parque Industrial Benito Juárez
Municipio/Delegación: Querétaro		**Estado:** Querétaro
Código Postal: 76120		
Teléfonos: 4421927400	**Fax:** N/D	**Correo electrónico:** alberto.rosenthal@engie.com
Nombre del Representante del Regulado: Alberto Rosenthal Ramírez		
Cargo: Director Regional		

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

USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA					
Agrícola	N/A	**Rural**	N/A	**Habitacional**	N/A
Comercial	N/A	**Mixto**	**X**	**Industrial**	**X**
LA INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS					
Zona industrial	**X**	**Zona habitacional**	N/A	**Zona suburbana**	**X**
Parque industrial	N/A	**Zona urbana**	**X**	**Zona rural**	**X**

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	SUPERFICIE
Coordenadas UTM: N/A, se localiza en diferentes Zona de Querétaro, El Marqués y San Juan del Rio	**Requerida:** N/D **Total:** N/D

N/A= No aplica.

N/D= No disponible.

Tabla X.2. Sustancias manejadas.

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad total (Producción o almacenamiento)
				C	R	E	T	I	
1	E01 a E34	Gas natural	8006-14-2			X		X	6,805 MCFD* 41,933 MCFD**

MCFD = Miles de pies cúbicos por día.
*Flujo máximo de Gas Natural medido en la City Gate "Lira". MCFD = Miles de pies cúbicos por día.
** Flujo máximo de Gas Natural medido en la City Gate "San Juan del Río".

Tabla X.3. Identificación y clasificación de riesgos.

No.	Clave del escenario	Accidente Hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos	Componente ambiental afectado
						Etapa de Operación						
		Fuga	Derrame	Radiación térmica	Sobrepresión	Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios	Unidad o equipo de proceso		
1	E01-PC-ED01-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Estación Distrital	HAZOP	Aire, suelo y social
2	E02-CMP-ED01-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Estación Distrital	HAZOP	Aire, suelo y social
3	E03-PC- ERM02-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Estación ERM – Alta Presión	HAZOP	Aire, suelo y social
4	E04-CMP- ERM02-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Estación ERM – Alta Presión	HAZOP	Aire, suelo y social
5	E05-PC- ERM03-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Estación ERM – Baja Presión	HAZOP	Aire, suelo y social
6	E06-CMP-ERM03-QRO	✓	N/A	✓	N/A	N/A	N/A	✓	N/A	Estación ERM – Baja Presión	HAZOP	Aire y social
7	E07-PC-MS04-QRO	✓	N/A	✓	N/A	N/A	N/A	✓	N/A	Estación Tipo Metering Set (EMS - BP)	HAZOP	Aire y social
8	E08-CMP-MS04-QRO	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	✓	N/A	Estación Tipo Metering Set (EMS - BP)	HAZOP	---
9	E09-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 12" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
10	E10-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 12" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
11	E11-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 6" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
12	E12-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 6" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
13	E13-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 4" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
14	E14-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 4" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
15	E15-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
16	E16-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
17	E17-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
18	E18-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire y social

No.	Clave del escenario	Accidente Hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos	Componente ambiental afectado
						Etapa de Operación						
		Fuga	Derrame	Radiación térmica	Sobrepresión	Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios	Unidad o equipo de proceso		
19	E19-PC-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire, suelo y social
20	E20-CMP-GDAC-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" A.C.	What if?	Aire y social
21	E21-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 8" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
22	E22-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 8" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
23	E23-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 6" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
24	E24-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 6" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
25	E25-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 4" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
26	E26-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 4" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
27	E27-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 3" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
28	E28-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 3" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
29	E29-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" PEAD	What if?	Aire, suelo y social
30	E30-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 2" PEAD	What if?	Aire y social
31	E31-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 110 mm PEAD	What if?	Aire, suelo y social
32	E32-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 110 mm PEAD	What if?	Aire, suelo y social
33	E33-PC-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 63 mm PEAD	What if?	Aire, suelo y social
34	E34-CMP-GDPE-QRO	✓	N/A	✓	✓	N/A	N/A	✓	N/A	Gasoducto de 63 mm PEAD	What if?	Aire y social

N/A= No aplica.

Tabla X.4. Criterios para la estimación de consecuencias.

No.	Clave del escenario	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Inventario total liberado (m^3/s, m^3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad	Tiempo de fuga(s)
			Masiva	Continua	Cantidad	Unidad						
1	E01-PC-ED01-QRO	Peor Caso	N/A	✓	475.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	30
2	E02-CMP-ED01-QRO	Caso más probable	N/A	✓	37.80	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	60
3	E03-PC- ERM02-QRO	Peor Caso	N/A	✓	475.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	30
4	E04-CMP- ERM02-QRO	Caso más probable	N/A	✓	37.80	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	60
5	E05-PC- ERM03-QRO	Peor Caso	N/A	✓	102.90	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	30
6	E06-CMP-ERM03-QRO	Caso más probable	N/A	✓	8.22	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	60
7	E07-PC-MS04-QRO	Peor Caso	N/A	✓	11.40	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	30
8	E08-CMP-MS04-QRO	Caso más probable	N/A	✓	1.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	60
9	E09-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	455,400.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
10	E10-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	18,234.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800

No.	Clave del escenario	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Inventario total liberado (m^3/s, m^3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad	Tiempo de fuga(s)
			Masiva	Continua	Cantidad	Unidad						
11	E11-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	114,000.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
12	E12-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	4,554.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
13	E13-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	50,602.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
14	E14-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	2,034.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
15	E15-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	28,500.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
16	E16-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	1,134.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
17	E17-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	12,654.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
18	E18-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	506.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	6.6	D	63.53	1800
19	E19-PC-GDAC-QRO	Peor Caso	N/A	✓	2,754.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
20	E20-CMP-GDAC-QRO	Caso más probable	N/A	✓	110.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
21	E21-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	44,000.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800

No.	Clave del escenario	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Inventario total liberado (m^3/s, m^3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad	Tiempo de fuga(s)
			Masiva	Continua	Cantidad	Unidad						
22	E22-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	1,764.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
23	E23-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	24,732.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
24	E24-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	990.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
25	E25-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	11,016.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
26	E26-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	440.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
27	E27-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	6,174.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
28	E28-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	250.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
29	E29-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	2,736.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
30	E30-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	110.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
31	E31-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	12,888.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800
32	E32-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	516.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	5.6	D	60.01	1800

No.	Clave del escenario	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Inventario total liberado (m^3/s, m^3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad	Tiempo de fuga(s)
			Masiva	Continua	Cantidad	Unidad						
33	E33-PC-GDPE-QRO	Peor Caso	N/A	✓	4,230.00	Kg	Gas	PHAST 6.7	2.47	F	67.78	1800
34	E34-CMP-GDPE-QRO	Caso más probable	N/A	✓	169.06	Kg	Gas	PHAST 6.7	2.47	F	67.78	1800

N/A= No Aplica.

N/D= No Disponible.

Tabla X.5. Resultados de la estimación de consecuencias.

No.	Clave del escenario	Dispersión tóxica			Radiación térmica*			Sobrepresión*		
		IDHL	TLV8h	TLV15 min	1.4 kW/m²	5 kW/m²	12.5 - 37.5 kW/m²	0.5 psi	1.0 psi	3 - 10 psi
1	E01-PC-ED01-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 92.07	CHOF: 66.89	CHOF: 56.39 – 45.57	UVCE: 146.42	UVCE: 128.26	UVCE: 113.78 – 106.74
2	E02-CMP-ED01-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 15.61	CHOF: 12.56	CHOF: 10.50 – NR	UVCE: 17.75	UVCE: 14.72	UVCE: 12.30– 11.12
3	E03-PC- ERM02-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 91.78	CHOF: 67.02	CHOF:.57.03– 47.37	UVCE: 144.38	UVCE: 127.02	UVCE: 113.17 – 106.45
4	E04-CMP-ERM02-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 15.43	CHOF: 12.52	CHOF: 10.55 – NR	UVCE: 17.75	UVCE: 14.72	UVCE: 12.30– 11.12
5	E05-PC- ERM03-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 40.94	CHOF: 31.35	CHOF: 27.21– 22.83	UVCE: 47.70	UVCE: 40.77	UVCE: 35.25 – 32.57
6	E06-CMP-ERM03-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 6.18	CHOF: 4.51	CHOF: NR	UVCE: ND	UVCE: ND	UVCE: ND
7	E07-PC-MS04-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 11.60	CHOF: 9.31	CHOF: 7.64– NR	UVCE: ND	UVCE: ND	UVCE: ND
8	E08-CMP-MS04-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: ND	CHOF: ND	CHOF: ND	UVCE: ND	UVCE: ND	UVCE: ND
9	E09-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 336.69	CHOF: 230.46	CHOF: 183.22– 141.49	UVCE: 881.8	UVCE: 795.07	UVCE: 725.86 – 692.25
10	E10-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 72.89	CHOF: 53.95	CHOF: 46.48 – 39.89	UVCE: 184.27	UVCE: 166.95	UVCE: 153.14– 146.43
11	E11-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 175.46	CHOF: 124.28	CHOF: 103.27– 85.19	UVCE: 468.06	UVCE: 425.78	UVCE: 392.07– 375.70
12	E12-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 34.01	CHOF: 26.63	CHOF: 23.56– 20.29	UVCE: 92.37	UVCE: 83.61	UVCE: 76.64– 73.25

No.	Clave del escenario	Dispersión tóxica			Radiación térmica*			Sobrepresión*		
		IDHL	TLV8h	TLV15 min	1.4 kW/m²	5 kW/m²	12.5 - 37.5 kW/m²	0.5 psi	1.0 psi	3 - 10 psi
13	E13-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 120.55	CHOF: 87.00	CHOF: 73.58–61.95	UVCE: 313.02	UVCE: 284.45	UVCE: 261.67 – 250.61
14	E14-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 21.13	CHOF: 17.29	CHOF: 15.55–13.75	UVCE: 65.02	UVCE: 59.14	UVCE: 54.46–52.18
15	E15-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 91.36	CHOF: 66.85	CHOF: 57.16–48.70	UVCE: 235.11	UVCE: 213.55	UVCE: 196.35–188.01
16	E16-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 15.07	CHOF: 12.65	CHOF: 11.51–10.33	UVCE: 41.27	UVCE: 36.86	UVCE: 33.34–31.63
17	E17-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 60.15	CHOF: 45.02	CHOF: 39.04–33.70	UVCE: 157.04	UVCE: 142.55	UVCE: 130.99–125.38
18	E18-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 9.31	CHOF: 8.06	CHOF: 7.44– 4.30	UVCE: 27.54	UVCE: 24.59	UVCE: 22.23–21.09
19	E19-PC-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 25.55	CHOF: 20.37	CHOF: 18.08–15.70	UVCE: 67.85	UVCE: 60.86	UVCE: 55.29–52.59
20	E20-CMP-GDAC-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 4.14	CHOF: 3.77	CHOF: 3.54– NR	UVCE: 13.56	UVCE: 12.16	UVCE: 11.05–10.51
21	E21-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 113.12	CHOF: 81.54	CHOF: 68.50–56.77	UVCE: 280.63	UVCE: 253.00	UVCE: 230.96–220.26
22	E22-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 19.67	CHOF: 16.05	CHOF: 14.38–12.67	UVCE: 54.24	UVCE: 48.67	UVCE: 44.22–42.07
23	E23-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 85.43	CHOF: 62.41	CHOF: 53.02–44.47	UVCE: 231.33	UVCE: 192.46	UVCE: 175.83–167.75
24	E24-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 14.06	CHOF: 11.76	CHOF: 10.66– 9.53	UVCE: 40.70	UVCE: 36.51	UVCE: 33.17–31.55
25	E25-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 56.01	CHOF: 41.86	CHOF: 36.10–30.69	UVCE: 135.65	UVCE: 121.70	UVCE: 110.58–105.18

No.	Clave del escenario	Dispersión tóxica			Radiación térmica*			Sobrepresión*		
		IDHL	TLV8h	TLV15 min	1.4 kW/m²	5 kW/m²	12.5 - 37.5 kW/m²	0.5 psi	1.0 psi	3 - 10 psi
26	E26-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 8.71	CHOF: 7.52	CHOF: 6.91– 5.58	UVCE: 27.13	UVCE: 24.34	UVCE: 22.11–21.03
27	E27-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 40.77	CHOF: 31.20	CHOF: 27.21–23.03	UVCE: 106.79	UVCE: 96.31	UVCE: 87.95–83.89
28	E28-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 6.33	CHOF: 5.60	CHOF: 5.14– 3.28	UVCE: 15.34	UVCE: 13.25	UVCE: 11.58–10.77
29	E29-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 25.55	CHOF: 20.37	CHOF: 18.08 – 15.70	UVCE: 67.85	UVCE: 60.86	UVCE: 55.299 – 52.59
30	E30-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 4.14	CHOF: 3.77	CHOF: 3.53- NR	UVCE: 13.56	UVCE: 12.16	UVCE: 11.05-10.51
31	E31-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 60.98	CHOF: 45.34	CHOF: 38.97 – 33.05	UVCE: 148.57	UVCE: 133.48	UVCE: 121.45 – 115.60
32	E32-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 9.57	CHOF: 8.21	CHOF: 7.53– 6.56	UVCE: 27.71	UVCE: 21.24.69	UVCE: 22.28 –12
33	E33-PC-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 32.82	CHOF: 25.58	CHOF: 22.49 – 19.25	UVCE: 82.16	UVCE: 73.49	UVCE: 66.58 – 63.22
34	E34-CMP-GDPE-QRO	N/A	N/A	N/A	CHOF: 5.18	CHOF: 4.64	CHOF: 4.30 – 2.98	UVCE: 14.42	UVCE: 12.69	UVCE: 11.31 – 10.64

ND= No disponible, NR= No Reacciona.

* Los radios de afectación se representan en metros (m)

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