

ÍNDICE GENERAL

I.	Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto	1
I.1	Descripción del sistema de distribución	1
I.1.1	Descripción de las trayectorias de los ductos a los diferentes clientes industriales.....	5
I.1.1.1	Conexión a la red troncal y arteria principal de distribución	5
I.2	Bases de diseño	35
I.2.1	Descripción del entorno. Vulnerabilidad	35
I.2.1.1	Clima	35
I.2.1.2	Temperaturas máximas y mínimas.....	39
I.2.1.3	Vientos dominantes (dirección y velocidad)	39
I.2.1.4	Evaporación	40
I.2.1.5	Datos meteorológicos.....	41
I.2.1.6	Inundaciones	41
I.2.1.7	Población	45
I.2.2	Proyecto mecánico y Proyecto civil.....	49
I.2.2.1	Proyecto mecánico	49
I.2.2.1.1	Cálculo de espesores para los ductos de acero.....	49
I.2.2.1.2	Clases de Localización.....	50
I.2.2.1.3	Instalación de válvulas de seccionamiento o control.....	51
I.2.2.1.4	Protección mecánica y catódica a ductos.....	53
I.2.2.1.5	Pruebas de hermeticidad a tuberías de acero	53
I.2.2.2	Proyecto Civil.....	54
I.2.2.2.1	Especificaciones de red a instalar.....	54
I.2.2.2.2	Excavación de zanjas	55
I.2.2.2.3	Relleno de Excavación	55
I.2.2.2.4	Compactación del relleno.....	57
I.2.2.2.5	Rotura y reconstrucción de pavimentos y banquetas.....	57
I.2.2.2.6	Señalamiento de tubería	58
I.2.2.2.7	Cruces Especiales.....	58
I.2.2.2.8	Cruces con perforación direccional.....	58
I.2.2.2.9	Cruces adosados a puentes	59

1.2.2.3	Preparación del sitio y construcción para Estaciones de Regulación y medición	59
1.2.2.3.1	Ubicación y distancias mínimas.....	59
1.2.2.3.2	Construcción del recinto para colocación de la ERM	60
1.2.2.4	Preparación del sitio y construcción para City Gate.....	61
I.3	Hojas de seguridad	66
1.3.1	Identificación de las sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.....	67
I.4	Condiciones de Operación.....	67
1.4.1	Operación	67
1.4.1.1	Listados de Diagramas de tubería e instrumentación.....	71
1.4.2	Pruebas de verificación.....	73
1.4.2.1.1	Pruebas de hermeticidad a tuberías de acero	73
I.5	Procedimientos y medidas de seguridad	74
1.5.1	Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso.....	74
1.5.2	Programa de mantenimiento gasoductos	77
1.5.3	Frecuencia de patrullaje	77
1.5.4	Detección Sistemática de fugas	78
1.5.5	Mantenimiento.....	79
1.5.6	Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas.	79
1.5.7	Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición	81
1.5.7.1	Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento.....	82
I.6	Análisis y evaluación de riesgos.....	88
1.6.1	Antecedentes de accidentes e incidentes	88
1.6.2	Metodología de identificación y jerarquización	91
1.6.2.1	Criterios para la aplicación de las metodologías en el análisis y evaluación de riesgos	91
1.6.3	Descripción de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de los riesgos	92
1.6.3.1	Identificación de sustancias peligrosas	92
1.6.3.2	Análisis preliminar de riesgos.....	92
1.6.3.3	Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP).....	92
1.6.3.4	Categorías y matriz de riesgo	94
1.6.3.5	Estimación de consecuencias	98
1.6.4	Resultados de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de riesgos....	99

I.6.4.1	Identificación de sustancias peligrosas: Gas Natural	99
I.6.4.2	Análisis preliminar de riesgos	100
I.6.4.3	Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP).....	103
I.6.4.4	Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”	4
Tabla I. 2. Especificaciones técnicas y coordenadas del City Gate SLP-1”	5
Tabla I. 3. Especificaciones técnicas y coordenadas de los Puntos de Interconexión.....	17
<i>Tabla I. 4. Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM)</i>	<i>17</i>
<i>Tabla I. 5. Coordenadas de válvulas de seccionamiento</i>	<i>19</i>
Tabla I. 6. Coordenadas de válvulas de clientes	19
Tabla I. 7. Coordenadas de cruces con carretera	20
Tabla I. 8. Cruces con alcantarilla o cuerpos de agua.....	20
Tabla I. 9. Coordenadas con cruces de ferrocarril, Sistema León Sur	20
Tabla I. 10. Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima del SAR del proyecto.	37
<i>Tabla I. 11. Clasificación climática en el sistema ambiental regional del proyecto tomando en cuenta la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla I. 12. Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática del proyecto.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla I. 13. Datos meteorológicos</i>	<i>41</i>
Tabla I. 14. Especificaciones para ductos de acero	50
Tabla I. 15. Especificaciones para instalación de tuberías.....	54
Tabla I. 16. Ancho de zanjas para ductos de acero	55
Tabla I. 17. Identificación de peligros de gas natural	66
Tabla I. 18. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.....	67
Tabla I. 19. Condiciones de Operación de City Gate SLP-1.....	67
<i>Tabla I. 20. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM)</i>	<i>67</i>
Tabla I. 21. Condiciones de operación de Ductos.....	69
<i>Tabla I. 22. Diagrama Unifilar de Proyecto Bajío-San Luis Potosí</i>	<i>70</i>
Tabla I. 23. Condiciones de operación de los Puntos de Interconexión.....	71
Tabla I. 24. Listado de Diagramas de tubería e instrumentación.....	71
Tabla I. 25. Programa de mantenimiento de ductos.....	77
Tabla I. 26. Programa de mantenimiento para ERM	82
Tabla I. 27. Categorías de Frecuencia	96
Tabla I. 28. Categorías de Consecuencias.....	96
<i>Tabla I. 29. Parámetros para estimación de consecuencias.....</i>	<i>98</i>
Tabla I. 30. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.....	99
Tabla I. 31. Identificación de peligros de gas natural	99
Tabla I. 32. Secciones del proyecto Bajío-San Luis Potosí	100
Tabla I. 33. Análisis preliminar de riesgos	102
Tabla I. 34. Selección de Nodos del proyecto Bajío-San Luis Potosí.....	103
Tabla I. 35. Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Representación Gráfica Regional en el Estado de San Luis Potosí del Proyecto Bajío – San Luis Potosí	2
Figura I. 2. Elementos que conforman el proyecto Bajío – San Luis Potosí.....	21
Figura I. 3. Ubicación de las tomas fotográficas, Proyecto Bajío – SLP en el municipio de San Luis Potosí.....	26
Figura I. 4. Ubicación de las tomas fotográficas, Proyecto Bajío – SLP en el municipio de Villa de Reyes.....	34
Figura I. 5. Clasificación climatológica en el SAR delimitado para el proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI.....	36
Figura I. 6. Rosa de vientos San Luis Potosí	40
Figura I. 7. Mapa de amenaza de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.	43
Figura I. 8. Mapa de vulnerabilidad de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.....	44
Figura I. 9. Mapa de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.....	45
Figura I. 10. Población por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.	46
Figura I. 11. Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.	47
Figura I. 12. Población de los 26 municipios con mayor población en el estado de San Luis Potosí de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.	48
Figura I. 13. Diseño para la instalación de válvulas.....	52
Figura I. 14. Perfil de colocación de válvulas	52
Figura I. 15. Colocación de tubería en zanja.....	56
Figura I. 16. Apertura y cierre de líneas.....	74
Figura I. 17. Apriete de espárragos	75
Figura I. 18. Purgado de tuberías por el método de desplazamiento directo	76
Figura I. 19. Purgado de tuberías por el método de purgado por dilución.....	76
Figura I. 20. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Distribución Estatal.....	88
Figura I. 21. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Características de las emergencias. Tipo	89
Figura I. 22. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Características de las emergencias. Medio de Transporte	89
Figura I. 23. Sustancias involucradas en las emergencias químicas en México (2018).....	90
Figura I. 24. Matriz de categorización de riesgo	95

I. Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto

I.1 Descripción del sistema de distribución

A lo largo de estos 20 años **ENGIE** ha consolidado un modelo de Inversión Social Estratégica que se ha traducido en inversiones de 15 millones de dólares y más de 750 mil dólares destinados a las comunidades cercanas a los proyectos renovables en desarrollo.

ENGIE ha sido pionera en la distribución y transporte de gas natural en el país desde mediados de los años noventa, desarrollando la infraestructura necesaria para dotar a los hogares, el comercio y la industria con un combustible accesible, limpio, seguro, cómodo y competitivo.

El gas natural, como lo indica su nombre, es un combustible que se encuentra de manera natural en el subsuelo y se genera a partir de la descomposición de materia orgánica. Cuando el gas natural se extrae es inodoro e incoloro y por seguridad se le añade un odorizante que le da el olor característico que permite su inmediata detección.

El gas natural es más ligero que el aire. Esto es muy importante pues en caso de pérdida o fuga, de inmediato sube a la atmosfera y se disipa rápidamente en el ambiente.

El gas natural es el combustible más amigable con el medio ambiente con menores emisiones de CO₂ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se eliminan costos por bombeo (Diesel y Combustóleo) y de vaporizadores (LP).

ENGIE México opera más de 13,200 kilómetros de ductos de acero y polietileno para llevar el gas natural a hogares, comercios e industrias. Actualmente brindamos nuestro servicio a 700,000 clientes en 10 zonas geográficas de distribución de gas natural: Una de ellas es la Región Bajío.

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la instalación de líneas de distribución de gas natural en baja y media presión con tuberías de acero al carbón (AC) de diferentes diámetros, que van desde los 2”, 4” y 8” principalmente. El proyecto contempla la conexión de clientes industriales mediante la instalación de City Gate, puntos de interconexión y Estaciones de Regulación y Medición (ERM’s).

El proyecto se encuentra ubicado en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes en el estado de San Luis Potosí.

El proyecto pretende instalar 11,698.30 metros de ductos en el municipio de San Luis Potosí y 36,368.59 metros de ductos en el municipio de Villa de Reyes.

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

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la construcción, posterior operación/mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 metros de ductos en acero al carbón (AC), de 2, 4 y 8 pulgadas de diámetros, así como 1 City Gate, 6 Puntos de Interconexión, 57 ERM con sus válvulas, 32 válvulas de seccionamiento y 7 cruces especiales.

El objetivo es suministrar el servicio de gas natural a las diferentes zonas Industriales que se ubican en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, algunos de estos sistemas iniciarán a partir del City Gate que se proyecta construir, así como de puntos de interconexión con gasoductos autorizados por la ASEA y en donde se tendrán cruces subterráneos con carreteras, vías de ffcc, cuerpos de agua (ríos, arroyos o canales).

La construcción de la red y sus accesorios serán regidos por la norma vigente NOM-003-ASEA-2016 (Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

Componentes técnicos del sistema a desarrollar



City Gate: Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación (84 bar a 21 bar) y cuantifica el volumen del gas que fluye del sistema de transporte al sistema de distribución.



Sistema de odorización: Mecanismo de inyección de mercaptano a la red de distribución-



Válvula: Dispositivo controlador del flujo en un sistema-



Estación de regulación y Medición (ERM): Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación y cuantifica el volumen de gas para su entrega al cliente.



Acometida: Conjunto de accesorios previos a la ERM que interconecta esta última con el sistema de distribución.



Tubería: Ducto en acero.



Codo: Accesorio para redireccionar una trayectoria a un ángulo de 45° o 90°.



Brida: Pieza metálica para realizar conexiones mecánicas de tuberías de acero y/o accesorios.



Te: Pieza que sustituye una sección de tubería para realizar una derivación perpendicular.



Tapping tee: Pieza envolvente de una tubería principal que realiza una derivación perpendicular en tubería en operación.

Cabe señalar que el City Gate contará con un equipo de odorización con capacidad de almacenamiento de 250 gl (946 lts) de odorante (terbutil mercaptano), este es inyectado a los sistemas a través de un método por goteo en función del flujo registrado. Siendo así que todo el gas que se introducirá a los sistemas en San Luis Potosí serán odorizados correctamente de acuerdo con las descripciones señaladas en APÉNDICE NORMATIVO I. ODORIZACIÓN DEL GAS NATURAL Y GAS LICUADO DEL PETRÓLEO de la NOM-003-ASEA-2016.

Tecnología propuesta:

Estación compuesta por un sistema de filtración de tipo coalescencia, sistema de regulación axial, medición de tipo turbina, sistema de odorización por consumo y sistema de comunicación con enlace al Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS), quien tendrá sólo información en tiempo real.

Es importante señalar que el uso de suelo de conformidad con la normatividad local o municipal del sitio, polígono, predio, área o zona donde se ubicará el proyecto, será de tipo, comercial e Industrial, principalmente al margen de carreteras y vialidades, por lo que **ENGIE en ningún momento llevará a cabo remoción de vegetación.**

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características técnicas del proyecto con sus redes de distribución y componentes que lo integran:

Tabla I. 1. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”

Concepto		Metros de tubería que conforman la red de distribución del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”
Longitud (m) Acero al Carbón (AC)	Ducto 8”	25,102.86
	Ducto 4”	22,392.85
	Ducto 2”	571.18
Total (m)		48,066.89
Presión (bar)		21 -4
Válvulas de seccionamiento		32
Válvulas clientes		57
City Gate		1
Puntos de Interconexión		6
ERM		57
Superficie Permanente ductos AC m ²		14,420.07
Superficie Temporal ductos AC m ²		240,334.45
Cruces especiales		7

A continuación, se hará la descripción de los componentes que conforma el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** y como parte de la descripción se incluyen cuadros de coordenadas y soporte fotográfico de algunos sitios importantes como son: City Gates, Estaciones de Regulación y Medición, válvulas, cruces, etc.

Cabe señalar que en cada fotografía que se presenta, se incluyen las coordenadas del sitio de donde fue tomada a modo de referencia y evidencia; sin embargo, son independientes de los cuadros de coordenadas que se mencionan en el párrafo anterior.

En el **Anexo 2.2** de la MIA-Regional en versión electrónica de este estudio, se presentan los archivos de coordenadas en Excel en formato csv delimitado por comas, mismos que fueron verificados en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental SIGEIA de la SEMARNAT; así mismo, en el **Anexo 2.3** de la MIA-Regional de la versión electrónica, se presentan los archivos Kml

correspondientes. El soporte fotográfico también se presentará de manera electrónica en el **Anexo 2.4** de la MIA-Regional donde se observa que todos los sitios donde se pretende instalar la red de distribución con sus componentes no requieren de cambio de uso de suelo por encontrarse en sitios previamente impactados, zonas urbanas o industriales. Las fotografías fueron tomadas con cámara provista de GPS, se puede confirmar que la toma fotográfica corresponde al sitio correspondiente, para esto se debe abrir el menú de propiedades del archivo electrónico y en la pestaña “detalles” se aprecian las coordenadas.

Es importante mencionar que todas las obras se encuentran dentro de un uso de suelo urbano e Industrial.

1.1.1 Descripción de las trayectorias de los ductos a los diferentes clientes industriales

1.1.1.1 Conexión a la red troncal y arteria principal de distribución

El proyecto iniciará con un Gasoducto AC 8" Ø conectándose al City Gate SLP 1, que se pretende ubicar en las siguientes coordenadas:

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

Para posteriormente salir hacia el Nor-Este con una longitud aproximada de 6.67 m hasta llegar a la lateral del lado Sur de la Carretera San Luis Potosí-Santiago de Querétaro, a la altura del Km 185+930, en donde cambiará su dirección para ir al Nor-Oeste e ir de forma marginal a la Carretera, recorriendo 841.93 m hasta llegar a la altura del Km 186+830, en donde girará con dirección al Sur-Oeste, para avanzar por el lado Sur de la Av. Central una longitud de 2,257.65 m, hasta donde se introducirá al terreno natural manteniendo la misma dirección y de forma paralela a la Av. Central, por una longitud de 1,324.60 m, llegando a la calle Central en donde se dará un giro con dirección hacia el sur y continuará paralela a la misma calle por un distancia de 2,151.43 m, hasta llegar a la calle Real y donde se tendrá la primera derivación del Ducto, está llevará dirección al Este, a lo largo de 331.27 m llegando así a un Cruce con Arroyo (**1.CA**). Dicho cruce se hará por el método de perforación direccional. En este trayecto se alimentará a un Cliente industrial.

1.- Valeo Transmisiones Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la calle Real, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **1.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 6.97 m.

Para posteriormente continuar la trayectoria del Gasoducto de AC Ø8" con la misma dirección por otros 39.95 m, en donde se tendrá un cambio de dirección hacia el Sur-Este, por un camino de terracería

avanzando así 96.17 m, en donde finalmente se dará vuelta hacia el Este por una longitud de 112.85 m para brindar servicio a otro Cliente Industrial.

2 Atco, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que proviene de la Calle Real, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **2.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.00 m.

Después se continuará con la Trayectoria del Gasoducto Troncal de AC Ø8", sobre la calle Central, con dirección hacia el Sur, por una longitud de 1,038.93 m hasta llegar a la Av. Interpuerto, en donde habrá una derivación. En este segmento tendremos un Cliente industrial al que se le dará servicio.

3 Midori, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Calle Central, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **3.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 17.93 m.

La derivación antes mencionada se hará con dirección al Este, por el lado Sur de la Avenida Interpuerto, partiendo del Gasoducto Troncal de AC Ø8" y con una longitud de 212.32 m.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8" por el lado Este de la Calle Central, por una Distancia de 334.44 m hasta donde girará con dirección al Sur-Este y avanzar 9.91 m hasta llegar hasta donde se tendrá tanto una derivación como un Cruce con Arroyo (**2.CA**) cuya longitud será de 30.00 m. Este cruce se hará por el método de perforación direccional. La derivación llevará dirección al Sur-Oeste a lo largo de 891.57 m, para después girar hacia el sur y después de seguir por 11.16 m para llegar así a un Cruce con Arroyo (**3.CA**), el cual tendrá una distancia de 30. m y continuar con una trayectoria de 23.09 m, punto

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

dirección para ir hacia el Sur-Oeste a lo largo de 942.27 m, hasta donde girará hacia el sur para encontrarse un Cruce con Ferrocarril (**1.CF**) que tendrá una longitud aproximada de 40.18 m. Este cruce se realizará con el método de perforación direccional. Después se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8" en dirección hacia el sur y de forma marginal a las vías de Ferrocarril, hasta donde se tendrá otro Cruce con Ferrocarril (**2.CF**) el cual tendrá una longitud de 33.87 m. Este Cruce se hará por el método de perforación direccional. Para seguir, el ducto continuará en dirección al Sur y nuevamente de forma marginal a la Vía de FFCC, por una longitud de 804.69 m, llegando así al siguiente Cruce con Ferrocarril (**3.CF**) cuya longitud será de 40.00 m. Al igual que los Cruces anteriores, éste se realizará por el método de perforación

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

alimentará a un Cliente Industrial.

4 Filtran, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **4.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 7.36 m.

A partir de aquí se tendrá una derivación hacia el Sur, con tubería de AC Ø4" y girando sobre la Av. Eje Dos para ir por el lado norte de la misma, esto con una longitud de 382.42 m, para alimentar en este recorrido a 4 Clientes Industriales.

5 Ryder Brownfield, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **5.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.17 m.

6 Kraem, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **6.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.17 m.

7 Cliente Potencial 18, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **7.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.80m.

8 Ryder SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **8.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.93m.

Posteriormente se continuará con dirección hacia el sur sobre el lado Oeste de la misma Avenida con el Gasoducto de AC de 4 Ø" por una longitud de 281.44 m llegando así a una derivación con dirección al Oeste, durante este trayecto se brindará servicio a un Cliente Industrial.

9 Linc, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **9.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 22.28 m.

La derivación antes mencionada, con dirección Oeste, será una tubería de AC Ø4" y tendrá una longitud de 183.87 m, distancia en la cual se alimentará a un Cliente Industrial.

10 Posco, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **10.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 6.17 m.

Seguidamente, se avanzará en la misma dirección, con el Gasoducto de AC Ø4", por una distancia de 48.06 m, hasta llegar a la próxima derivación, la cual será con dirección al Este y cuya longitud será de 205.58 m. Después se continuará con la derivación que viene sobre la Av. Eje 2, continuando en dirección sur por una longitud de 232.56 m, hasta donde se tendrá la próxima derivación, durante este trayecto se dará servicio a 2 Clientes Industriales

11 Taxan, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **11.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.20 m.

12 AAP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **12.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.26 m.

Posteriormente se tendrá una derivación hacia el Oeste, la cual será un Gasoducto de AC Ø4", cuya longitud será de 192.23 m, alimentando en este trayecto a un Cliente Industrial.

13 Bend All, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **13.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 25.29 m.

Después continuará el gasoducto de AC Ø4" sobre la Av. Eje Dos, cambiando de acera, en dirección al Este, con una longitud de 18.78 m, para después girar con dirección al Sur y continuar de forma paralela a dicha avenida, a lo largo de 216.76 m, llegando así al final de esta derivación.

En este último trayecto se alimentará a dos Clientes Industriales.

14 Cliente Potencial 3, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **14.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 17.85 m.

15 Cliente Potencial 19, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **15.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.87 m.

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

dicha derivación será de AC Ø8 y avanzará por el norte de la Av. Eje Dos con una longitud de 489.62 m, trayecto en el que alimentará a dos Clientes Industriales.

16 Metal Technologies, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **16.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.22 m.

17 Penske, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **17.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 3.90 m.

Posteriormente habrá una derivación con dirección hacia el sur, por el lado Este de la calle S/Nombre, avanzando de esta manera por 181.50 m, para después, seguir por la misma calle en dirección al Sur-Oeste con una longitud de 639.39 m, alimentando en este recorrido a dos Clientes Industriales.

18 Cliente Potencial 11, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **18.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.79 m.

19 Hyunnam, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **19.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.38 m.

Continuaremos con el Gasoducto de AC Ø8", por 31.25 m, donde tendremos otra derivación hacia el sur, la cual estará cruzando la Av. Eje Dos con una longitud de 18.77 m, para posteriormente avanzar por el lado sur de dicha Avenida a lo largo de 206.05 m hasta llegar a una derivación (que describiremos más adelante), posteriormente iremos en dirección al Sur -Oeste por el lado norte de la calle, por una longitud de 252.04 m, trayecto en el que se dará servicio a un Cliente industrial.

20 Nitta Moore, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **20.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.03 m.

Seguidamente el ducto girará por la misma Calle, dirigiéndose hacia el Nor-Oeste a través de 167.96 m, llegando así a conectarse a otra parte del ducto en la coordenada (X= 305,765.420 m E, Y= 2,431,954.417 m N).

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

Retomando el Gasoducto que se encuentra sobre la Av. Eje Dos, en su lado sur, se tendrá un recorrido de 250.18 m, para después dirigirse hacia el Nor-Este por 120.00 m, para tomar rumbo Norte por una longitud de 22.92 m, para llegar al ducto de AC Ø8".

Continuando con el Gasoducto de AC Ø8", que se encuentra en el lado Norte de la Av. Eje Dos, se continuará de forma paralela a esta misma, con dirección al Este, por una longitud de 573.22 m hasta llegar a donde habrá una derivación, la cual se dirigirá hacia el Norte con una longitud de 105.32 m para poder alimentar a un Cliente Industrial.

21 GM Cubimsa SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **21.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.61 m.

Posteriormente, se continuará con el gasoducto de AC Ø8", sobre el lado Norte de Av. Eje Dos. El cual tendrá una longitud de 125.03 m hasta donde se interseca con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", que se encuentra de forma marginal a la carretera San Luis Potosí Villa de Arriaga, a la Altura de su Km 4+940.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", el cual se dirigirá hacia el sur, partiendo desde la Av. Eje Dos, con dirección hacia el Sur, por una longitud de 864.68 m, hasta llegar a una derivación que llevará dirección al Oeste, la cual recorrerá una distancia de 196.76 m, alimentando así, a un Cliente Industrial.

22 Bartlett, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **22.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.13 m.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", por una longitud de 208.12 m con dirección hacia el Sur-Oeste, para llegar a otra derivación con dirección al Oeste, ahora con una longitud de 341.78 m, gracias a la cual se dará servicio a un Cliente Industrial.

23 BD, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **23.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.00 m.

Siguiendo con la trayectoria del Gasoducto Troncal de AC Ø8", con rumbo al sur por 183.66 m, hasta llegar a la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga, a la altura de su KM 6+720 en donde cambiará la trayectoria para dirigirse al Nor-este, de forma Marginal y por el lado norte de la carretera antes mencionada, con una longitud de 3,686.28 m, en donde se alimentará a otro Cliente Industrial.

24 Cliente Potencial 57, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará a la altura del KM 3+000 de la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **24.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 26.72 m.

Posteriormente, se avanzará una longitud de 6.90 m, llegando al final del Gasoducto Troncal de AC Ø8", en donde se tendrá un punto de interconexión (**1.PI**) al Gasoducto de AC Ø6" del Proyecto: **"Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí"** autorizado con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022,

A continuación, se describirán las Trayectorias del Gasoducto que se conectarán a la línea aprobada del Proyecto: **"Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí"** con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022.

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

en la cual giraremos hacia el Nor-Oeste, y avanzaremos sobre la misma, por una longitud de 1,001.37 m, para alimentar en este recorrido a un Cliente Industrial.

25 L'oreal México, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **25.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 8.20 m.

Posteriormente se girará en la calle Hong Kong para ir por el lado sur de la misma a lo largo de 300.63 m, trayecto en el que se podrá alimentar a un Cliente Industrial.

26 Protans, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **26.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.12 m.

Para posteriormente seguir dirección al Sur-Oeste, Cruzando de esta manera la Av. Detroit y colocarse en la parte norte de la Calle Dubái, por la que se desplazará el Gasoducto hasta llegar a la Av. Bangalore, todo esto con una longitud de 658.26 m, en esta trayectoria se dará servicio a un Cliente Industrial.

27 Edscha, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **27.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 32.94 m.

A partir de este punto se tendrá una derivación hacia el Sur-Este, con un Gasoducto de AC Ø4", por el lado Este de la Av. Bangalore, recorriendo una distancia de 441.19 m hasta llegar a la Av. Europa. En este tramo se alimentará a dos Clientes Industriales.

28 Cliente Potencial 38, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **28.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.40 m.

29 JNM De México SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **29.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.42 m.

Posteriormente se tendrá otra derivación, que partirá desde la Av. Bangalore y avanzará por el lado norte de la Av. Europa con una longitud de 575.48 m, para en este trayecto brindar el Servicio a dos Clientes Industriales

30 MSSL, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **30.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.53 m.

31 Cliente Potencial 24, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **24.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 9.96 m.

Después de esto continuaremos con el Gasoducto de AC de Ø4" partiendo desde la Av. Europa, sobre la Av., Bangalore, llegando a la Av. Singapur con una longitud de 310.80 m, en donde tendremos dos derivaciones. A lo largo de este trayecto se dará servicio a un Cliente Industrial.

32 Vuteq, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **32.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 13.25 m.

La primera derivación de las antes mencionadas será con dirección Nor-Este, la cual irá sobre el lado norte de la Av. Singapur con una longitud de 413.53 m. La segunda tendrá una dirección Sur-Oeste y también se dirigirá por el lado norte de la Av. Singapur.

A continuación, se continuará con el Gasoducto de AC Ø4" sobre la Av. Bangalore, la cual tendrá un último recorrido de 294.13 m, por el Lado Este de dicha avenida, alimentando así a dos Clientes Industriales.

33 Servicios de Agua, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **33.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.51 m.

34 Ibidem, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **34.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.99 m.

Continuando con la trayectoria del Gasoducto de AC Ø4", que se establece en la Calle Dubái a la altura de la Av. Bangalore, con dirección Sur-Oeste por una distancia de 702.82 m por el lado Norte de la Calle Dubái, llegando de esta manera a la Av. América, en donde se girará para dirigirse por el lado Este de dicha avenida, a lo largo de 459.44 m hasta llegar al cruce con la Av. Europa, lugar donde se tendrán dos derivaciones. La Primera en dirección al Nor-Este sobre el lado Norte de la Av. Europa, la cual recorrerá una distancia de 573.76 m, alimentando así a tres Clientes Industriales.

35 Caterpillar, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **35.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.35 m.

36 KHC, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **36.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 20.88 m.

37 Dowa, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **37.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.33 m.

La otra derivación será en tubería de AC Ø4", sobre la misma Av. América, la cual tiene dirección al Sur-Este, dicha derivación avanzará una longitud de 318.64 m, hasta llegar a calle S/Nombre, donde se tendrá

una nueva derivación de AC Ø4" que irá sobre el lado sur de dicha Calle, a lo largo de 595.84 m, brindando servicio a un Cliente Industrial.

38 MK Tron, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, perpendicular a la Av. América, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **38.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.67 m.

Posteriormente se continuará con la derivación que se encuentra en la Av. América, a partir de la Calle S/Nombre, recorriendo una longitud de 251.61 m, hasta llegar a la glorieta de la Av. Asia, a lo largo de este trayecto se distribuirá el servicio a un Cliente Industrial.

39 BEM, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. América, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **39.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 37.90 m.

Continuando con el Gasoducto de AC Ø4", desde la intersección en Av. Europa con Av. América, para dirigirse hacia el Sur-Oeste, por el lado norte de la Av. Europa con una longitud de 527.73 m, llegando así a la Av. Ámsterdam donde se tendrá otra derivación, trayecto en el que se alimentará a dos Clientes Industriales.

40 Faurecia, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **40.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.63 m.

41 Fuji Alconix, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **41.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.63 m.

Posteriormente se dirigirá en una derivación de AC Ø4", con dirección al Nor-Oeste, por el lado Oeste de la Av. Ámsterdam, recorriendo una distancia de 549.89 m, para poder brindarle servicio a dos Clientes Industriales.

42 Plastic Omnium, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **42.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 14.22 m.

43 Surtec & Suzuki, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **43.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 28.81 m.

Continuando por la Av. Europa, desde la Av. Ámsterdam, se irá con dirección hacia el Sur-Oeste, recorriendo así 408.00 m, llegando al final de esta derivación. A lo largo de este tramo daremos servicio a Dos Clientes Industriales.

44 FCC, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **44.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.77 m.

45 Perfileto Aluminium, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **45.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 22.27 m.

Posteriormente empezará una nueva trayectoria del Gasoducto de AC Ø8", cuyas coordenadas del punto de interconexión (**3.PI**) al Gasoducto del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022. A partir de este punto, que se encuentra sobre la Av. Bangalore, se saldrá hacia el Sur-Oeste con una pequeña longitud de 2.72 m, para posteriormente girar con dirección al Nor-Oeste, por el lado Este de dicha avenida, con una longitud de 54.42 m, posicionándose en la intersección con la Av. Asia. En este trayecto se dará servicio a un Cliente Industrial

46 Gis Power, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **46.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.75 m.

Continuando con la trayectoria de AC Ø8", se girará en el punto al que se llegó anteriormente y se avanzará por el lado norte de la Av. Asia en donde se rodeará la glorieta de la intersección con la Av. América para continuar sobre esa misma avenida hasta llegar a la Frankfurt, todo esto con una longitud aproximada de 1,583.08 m, brindando servicio a un Cliente Industrial prácticamente al final del tramo.

47 GAIA, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **47.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.87 m.

Siguiendo el Trayecto del Gasoducto de AC Ø8", desde la Av. Asia, con dirección hacia el Nor -Oeste, por el lado Este de la Av. Frankfurt, avanzando una distancia de 600.32 m, llegando así a la Av. Europa en donde se tendrá una derivación de AC Ø4". En el trayecto antes descrito, se dará servicio a un Cliente Industrial.

48 Ronal Group, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **48.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.43 m.

Posteriormente, iniciará una derivación en la intersección de la Av. Europa y la Av. Frankfurt, la cual se dirigirá al Sur-Oeste por el lado norte de la Av. Europa, avanzando 409.19 m para llegar a la Av. Panamá, lugar donde se tendrán dos derivaciones del Gasoducto. La primera que será, hacia el Nor-Oeste, por el lado Este de la Av. Panamá y recorrerá 478.89 m. La segunda de estas se dirigirá sobre la misma calle, pero en sentido opuesto, avanzando de esta manera 622.80 m, en los que se tendrá un Cliente Industrial al que se le brindará servicio.

49 Chronos, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **49.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.38 m.

Seguidamente se dirigirá hacia el Sur-Oeste, con una derivación de AC Ø4", la cual se conducirá por el lado norte de la Av. Asia. Recorriendo un total de 732.14 m, en los cuales se brindará servicio a dos Clientes Industriales.

50 AGC Automotive, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **50.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.36 m.

51 Topy Fasteners, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **51.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 15.85 m.

Continuando la trayectoria de la tubería de AC Ø4" sobre el lado Norte de la Av. Asia, avanzando una longitud de 318.69 m, llegando al punto al punto de cruce en dicha calle con dirección al Sur-Este y una longitud de 83.66 m, para continuar de forma paralela a la Av. Frankfurt por 263.91 m, llegando así a una nueva derivación, misma que tendrá una longitud de 412.39 m y que se dirigirá por el lado Oeste de la misma Avenida.

Posteriormente se continuará con el Trayecto del Gasoducto de AC Ø4" girando a una calle S/Nombre desde donde viene el ducto y avanzando por el lado norte de la misma, con una longitud de 661.56 m, en donde se alimentará al Cliente Industrial.

52 Vesta, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **52.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 18.94 m.

Retomando la trayectoria del Gasoducto de AC Ø4", que se encuentra en la Av. Europa, se partirá desde la Av. Panamá con dirección al Sur-Oeste, avanzando de esta manera una longitud de 439.95' m por el lado norte de la avenida, llegando así a una Calle S/Nombre donde se tendrán dos derivaciones. La primera hacia el Nor-Oeste, donde se avanzará una distancia de 573.78 m en los cuales se dará servicio a un Cliente Industrial.

53 Magna I, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **53.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.55 m.

La segunda derivación que se tendrá en este punto se dirigirá hacia el Sur-Este con una longitud de 569.48 m, trayecto en el que se alimentará a un Cliente Industrial.

54 Martin Rea, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **54.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.70 m.

Retomando el Gasoducto de AC Ø8" que se conduce por la Av. Frankfurt, comenzando desde la intersección en la Av. Europa, a partir de la cual el gasoducto se dirigirá hacia el Nor-Oeste, por el lado Este de la Avenida Frankfurt, llegando hasta donde se tendrá el último Cruce Carretero (**1.CC**) el cual será a la altura del KM 5+550 de la Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga. Dicho cruce tendrá una longitud de 40.00 m. Este cruce se hará por el método de perforación direccional. En el trayecto de este segmento se brindará servicio a un Cliente Industrial.

55 MAGNA II, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **55.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 28.53 m.

Posteriormente se continuará por 4.86 m para terminar el trayecto de este ducto para conectarse al Gasoducto Troncal de AC Ø8".

Posteriormente, se tendrá un punto de interconexión (**4.PI**) al Gasoducto de AC Ø8" del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022, cuyas coordenadas serán (X= 307,682.700 m E, Y= 2,433,124.230 m N).. El Gasoducto que se conectará en este punto será de AC Ø8" y se dirigirá hacia el Sur-Oeste de forma marginal a la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga, a lo largo de 2,074.34 m aproximadamente en donde se terminará conectando al Gasoducto de AC Ø8" que sale de la Av. Frankfurt y donde se encuentra también el Cruce **1.CC**

Para finalizar se tendrá un punto de interconexión (**5.PI**) al Gasoducto de AC Ø4 del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022. El ducto que se manejará a partir de este punto será AC Ø4 y avanzará de forma paralela a la Av. Múnich sobre el terreno que ahí se encuentra, por una longitud de 631.27m llegando a la coordenada (X= 307,736.169 m E, Y= 2,430,407.963 m N) en donde se girará con dirección Nor-Oeste para incorporarse a una calle S/Nombre, continuando por el lado Este de la misma en una distancia de 209.96 m, en donde se tendrá una derivación, la cual tendrá dirección al Nor-Este, avanzando 308.12 m de esta manera y alimentando así al último Cliente Industrial.

56 Hirotec México, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **56.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.90 m.

Posteriormente se doblará en la esquina de la calle para avanzar por el lado Oeste de esa Calle S/Nombre, con dirección a la Av. Asia, a lo largo de 613.32 m aproximadamente, en donde terminará el tramo de la tubería.

Finalmente se continuará, desde el punto donde se realizó la última derivación, siguiendo con la dirección que lleva el ducto (Nor-Oeste) y recorriendo la distancia de 591.51 m para llegar casi a la Av. Asia. En ese punto terminará la trayectoria del Ducto de AC Ø4”.

Por último, se tendrá un Cliente Industrial que se conectará al Gasoducto de AC Ø8” (6.PI) del Proyecto: “Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí” con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022.

57 Motherson, Su conexión será al Gasoducto de AC Ø8” del Proyecto: “Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí” con No. de Expediente: 24SL2017C0069, el cual se encuentra en la Av. Detroit, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4”, la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **57.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.76 m.

En el **Anexo 2.5** de la MIA-Regional se presentan las especificaciones de la trayectoria del ducto, indicando para cada segmento su cadenamamiento (origen, destino), longitud, coordenadas de inicio y fin, así como sus características de diseño. A continuación, se muestran las coordenadas de los demás elementos que conforman el proyecto.

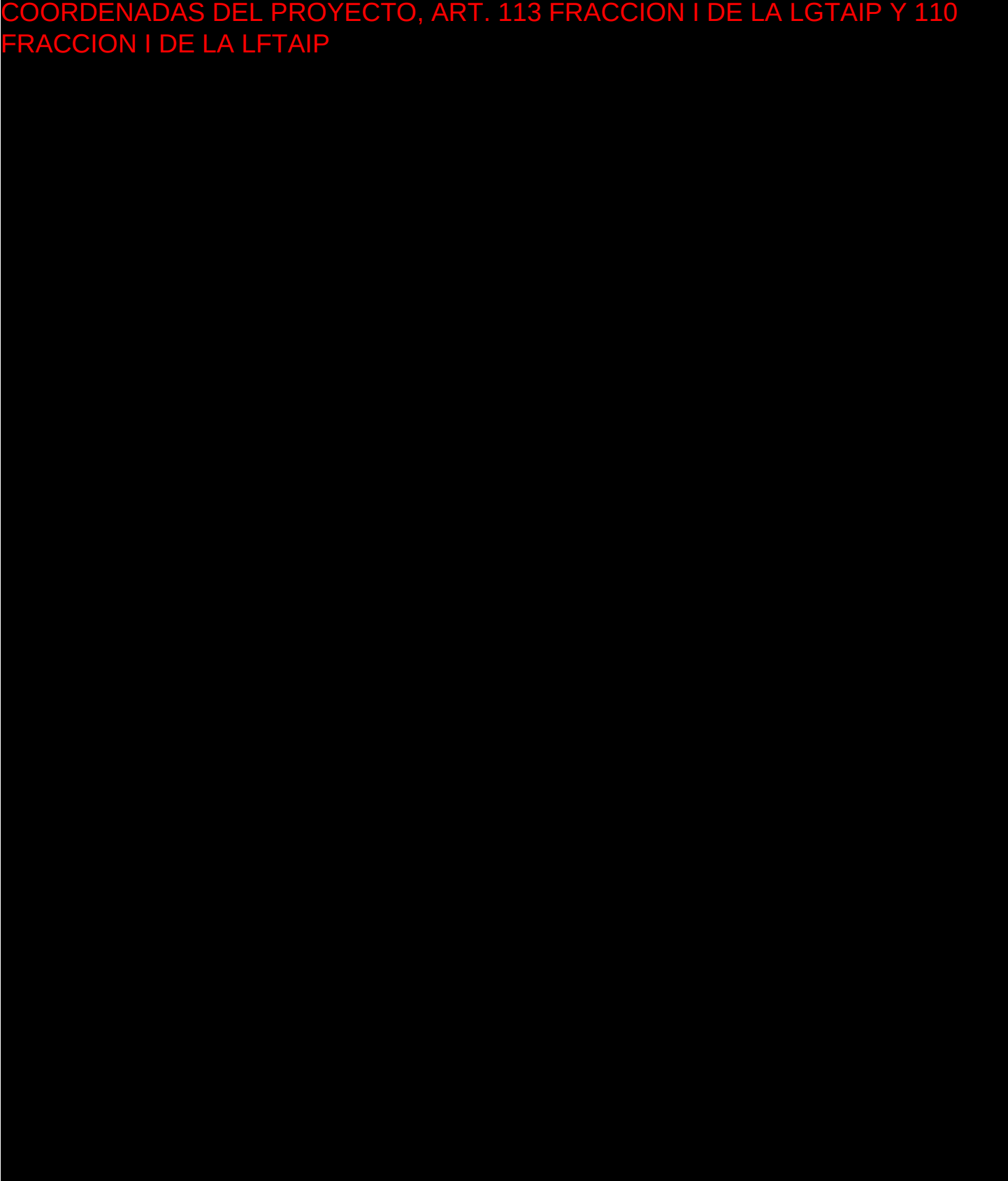
Coordenadas Puntos de Interconexión

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

Coordenadas Estaciones de Regulación y Medición

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

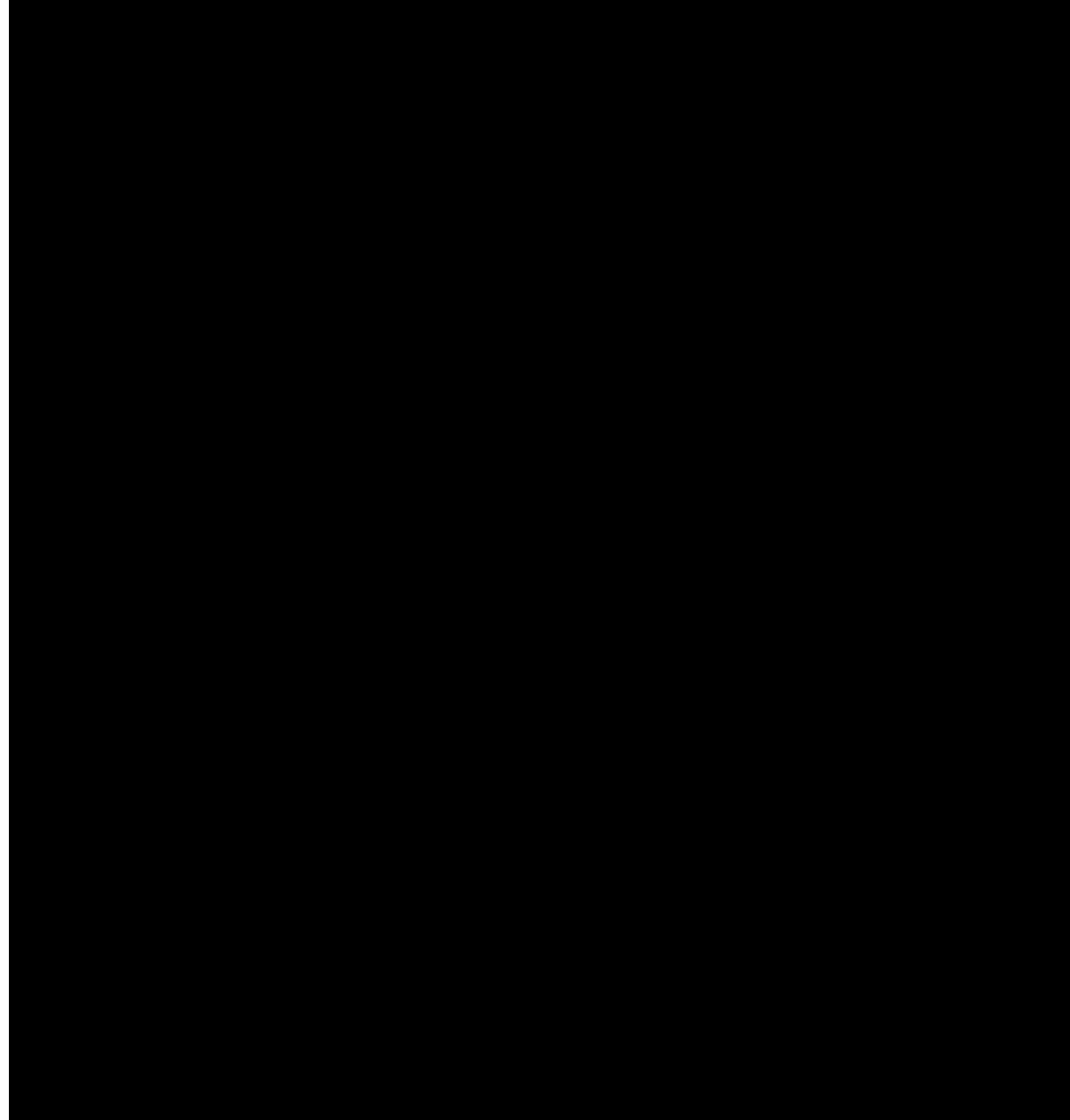
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110
FRACCION I DE LA LFTAIP



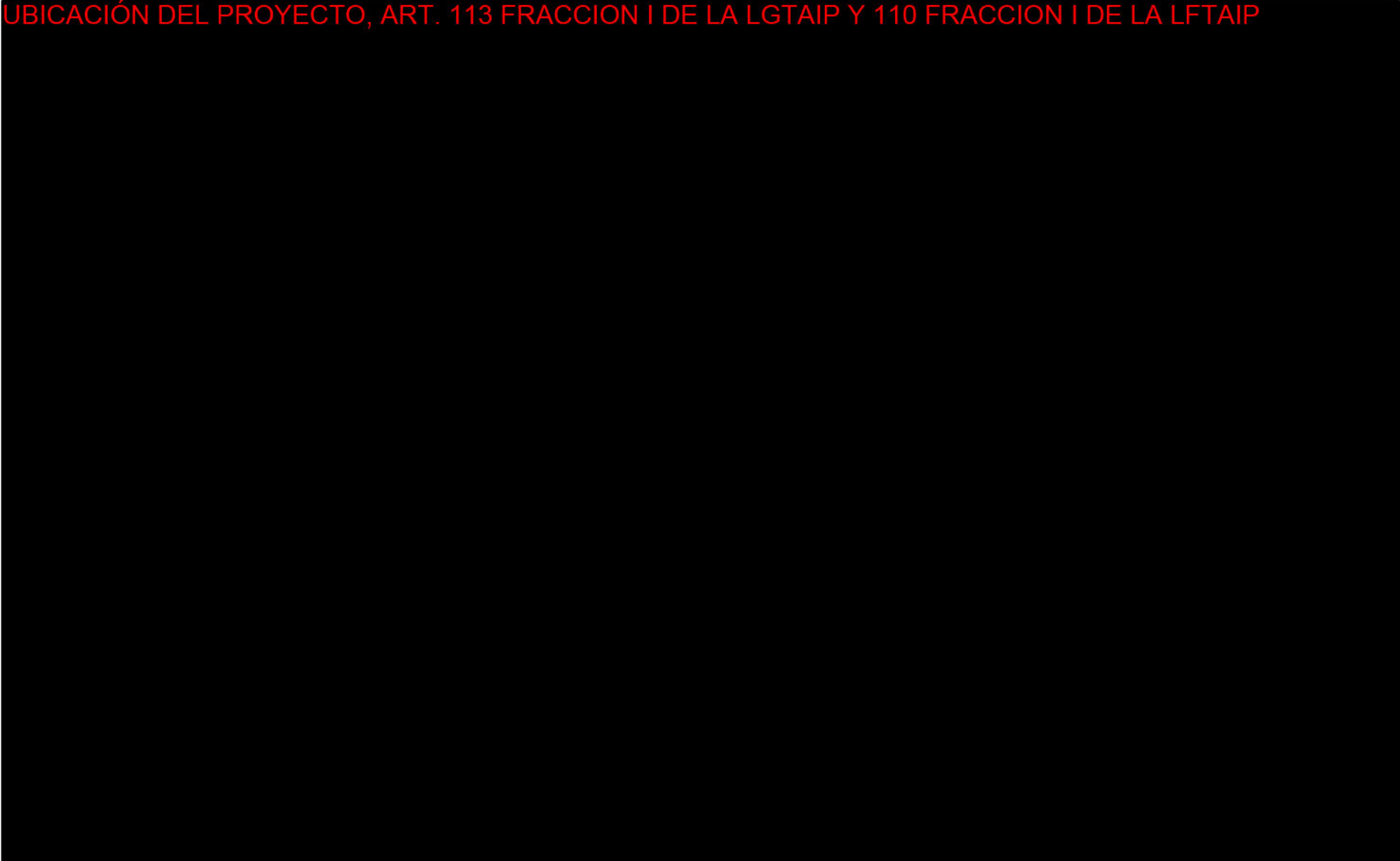
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

C

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



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

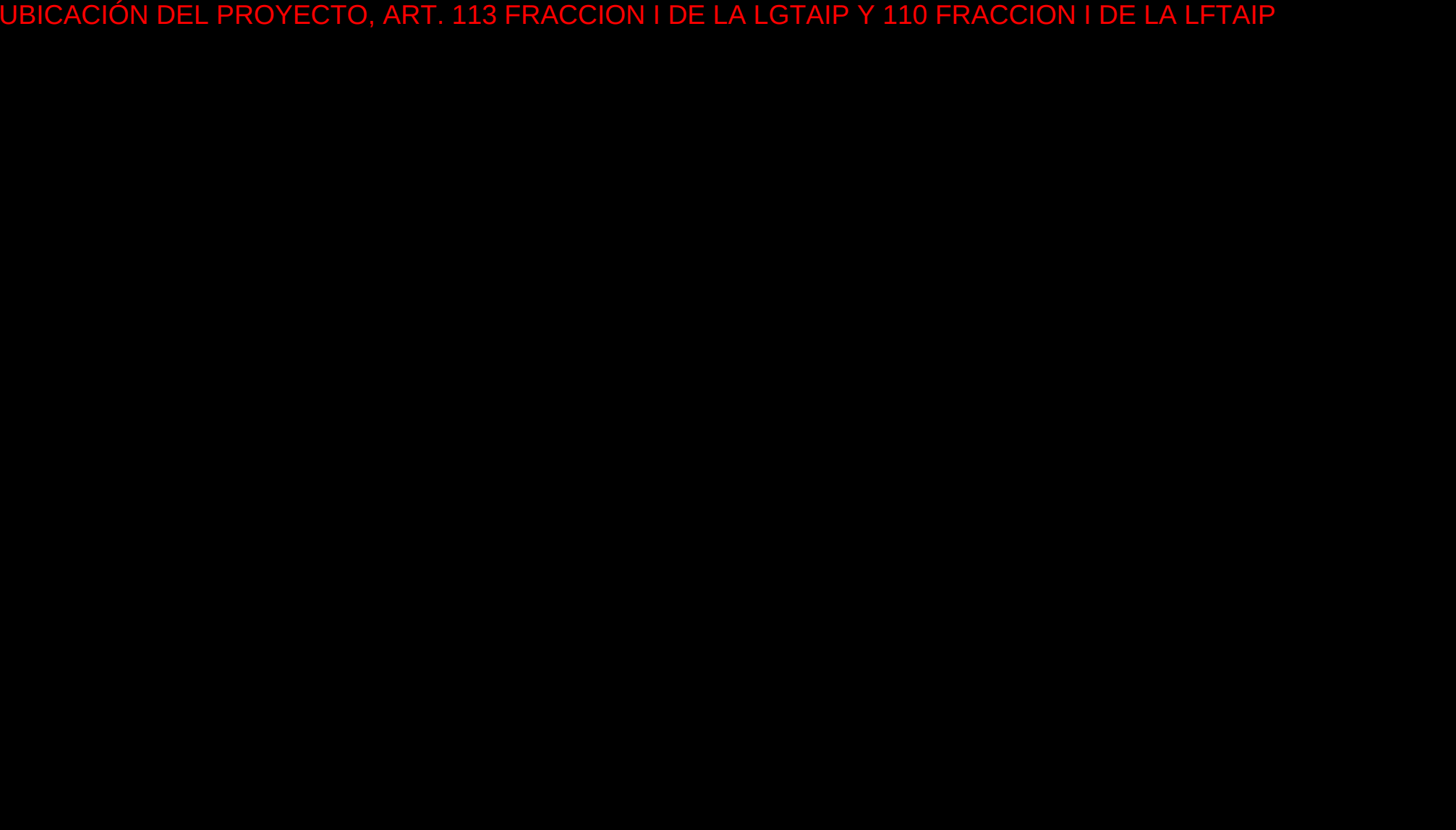


A continuación, se muestran algunas fotografías de puntos relevantes donde se puede identificar el estado actual del proyecto **Bajío – San Luis Potosí** en el municipio de **San Luis Potosí**.

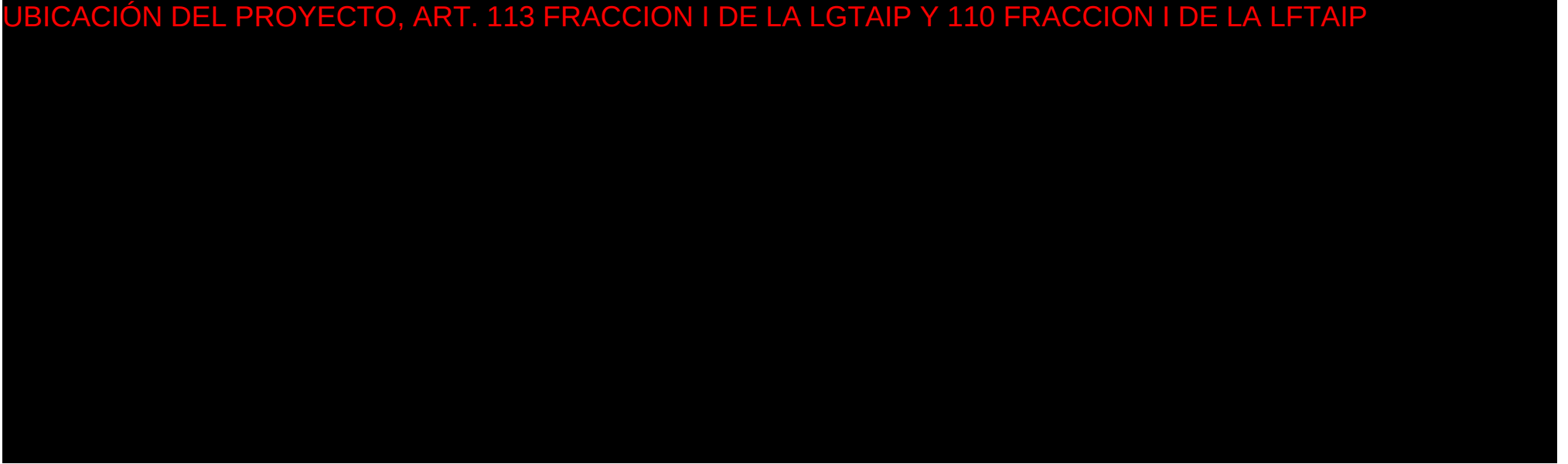
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

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

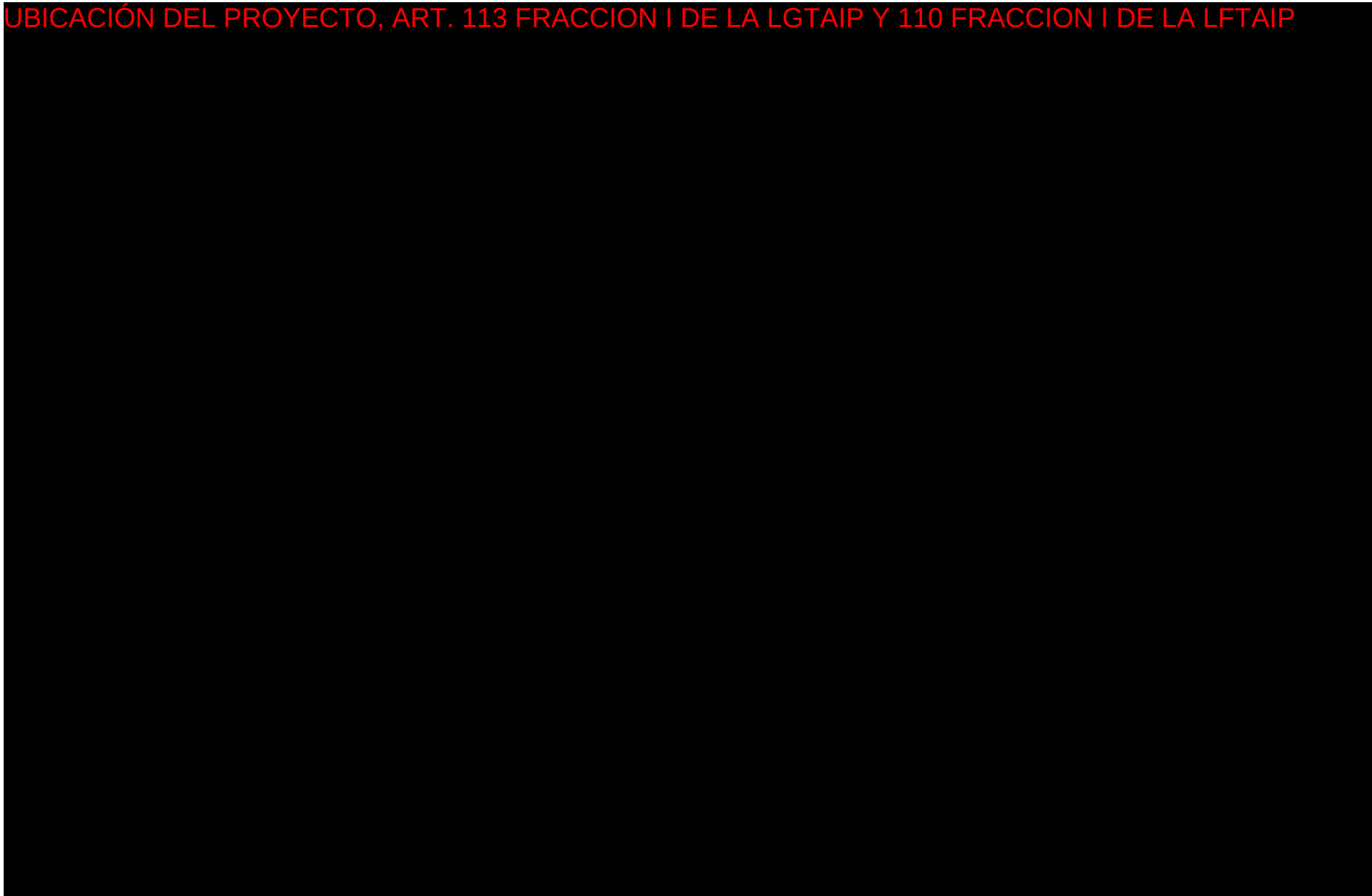


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



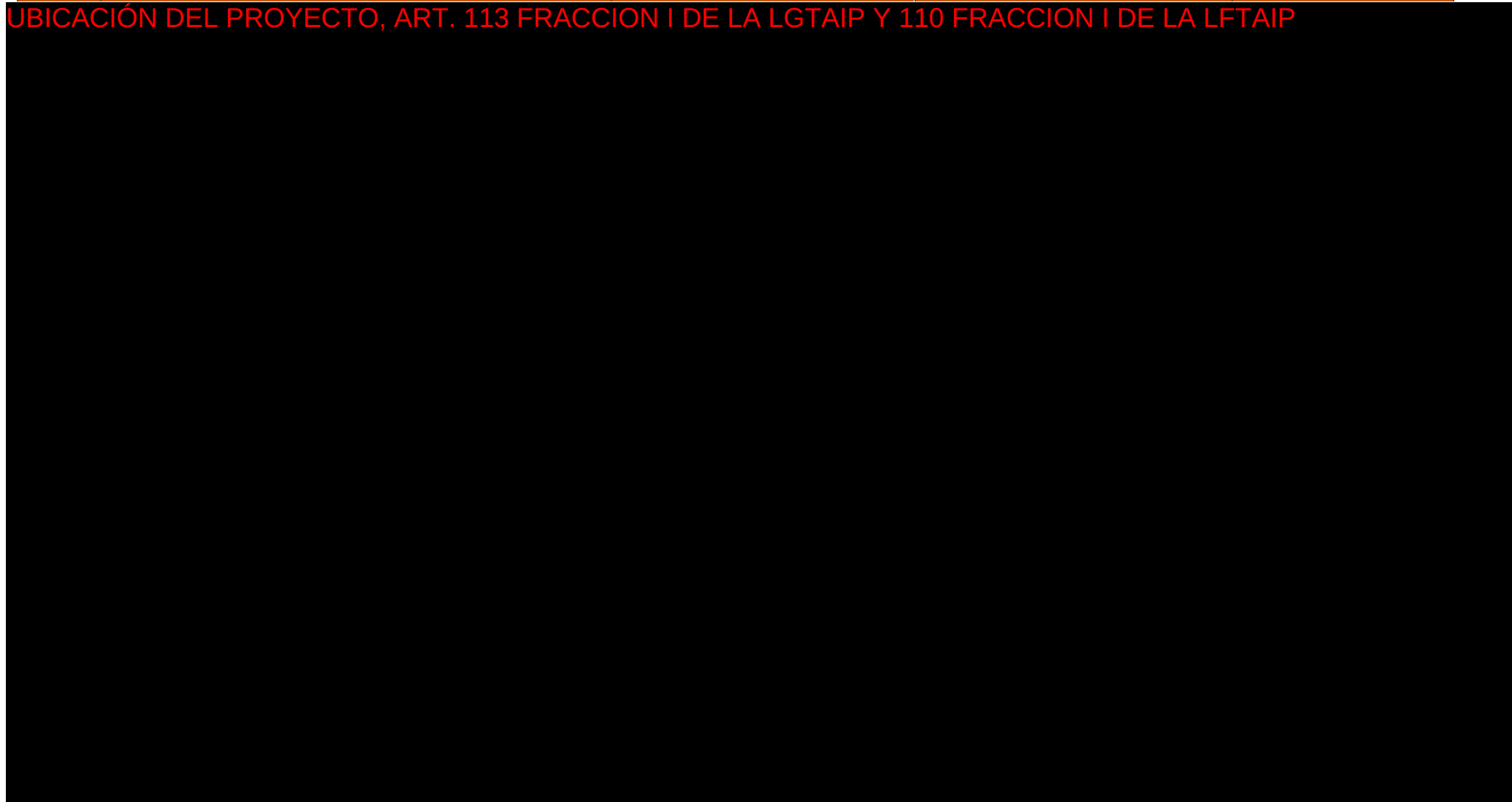
En la siguiente imagen se muestra el código y ubicación de las tomas fotográficas tomadas durante los trabajos de campo correspondientes al municipio de San Luis Potosí. Como ya se mencionó anteriormente el archivo fotográfico se encuentra en el [Anexo 2.4](#) de la MIA-Regional.

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

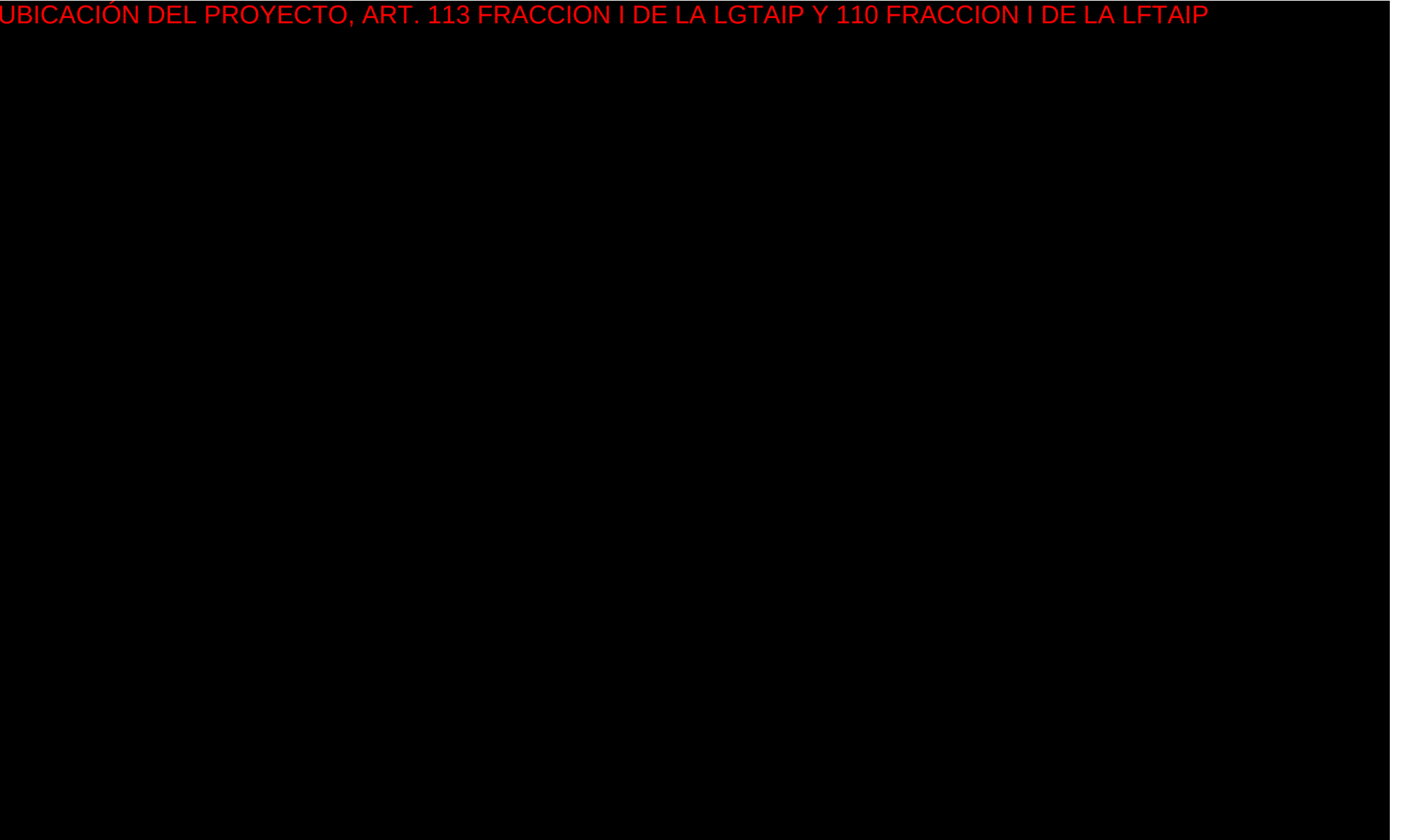


A continuación, se muestran algunas fotografías de puntos relevantes donde se puede identificar el estado actual del proyecto **Bajío – San Luis Potosí** en el municipio de **Villa de Reyes**.

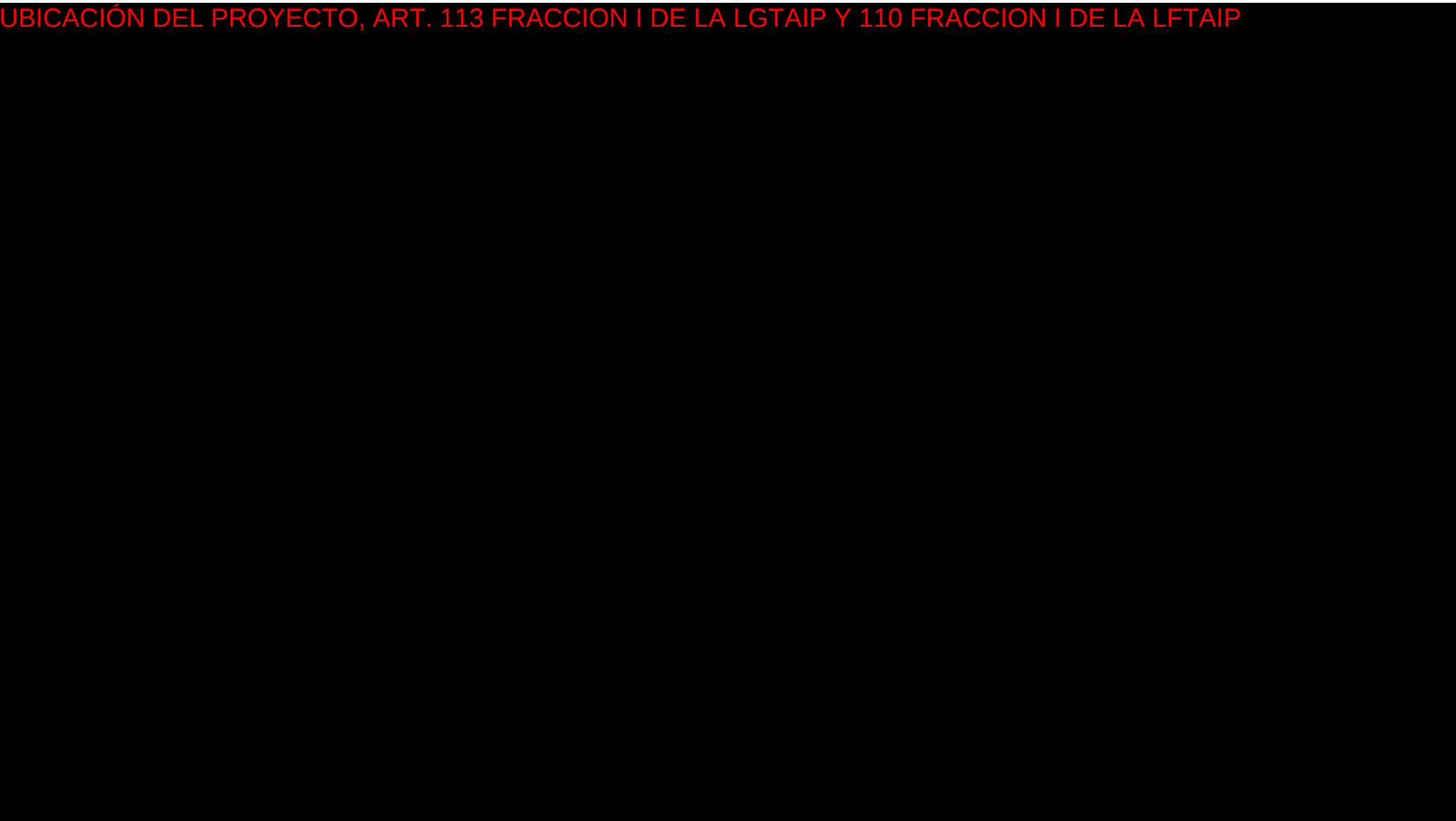
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



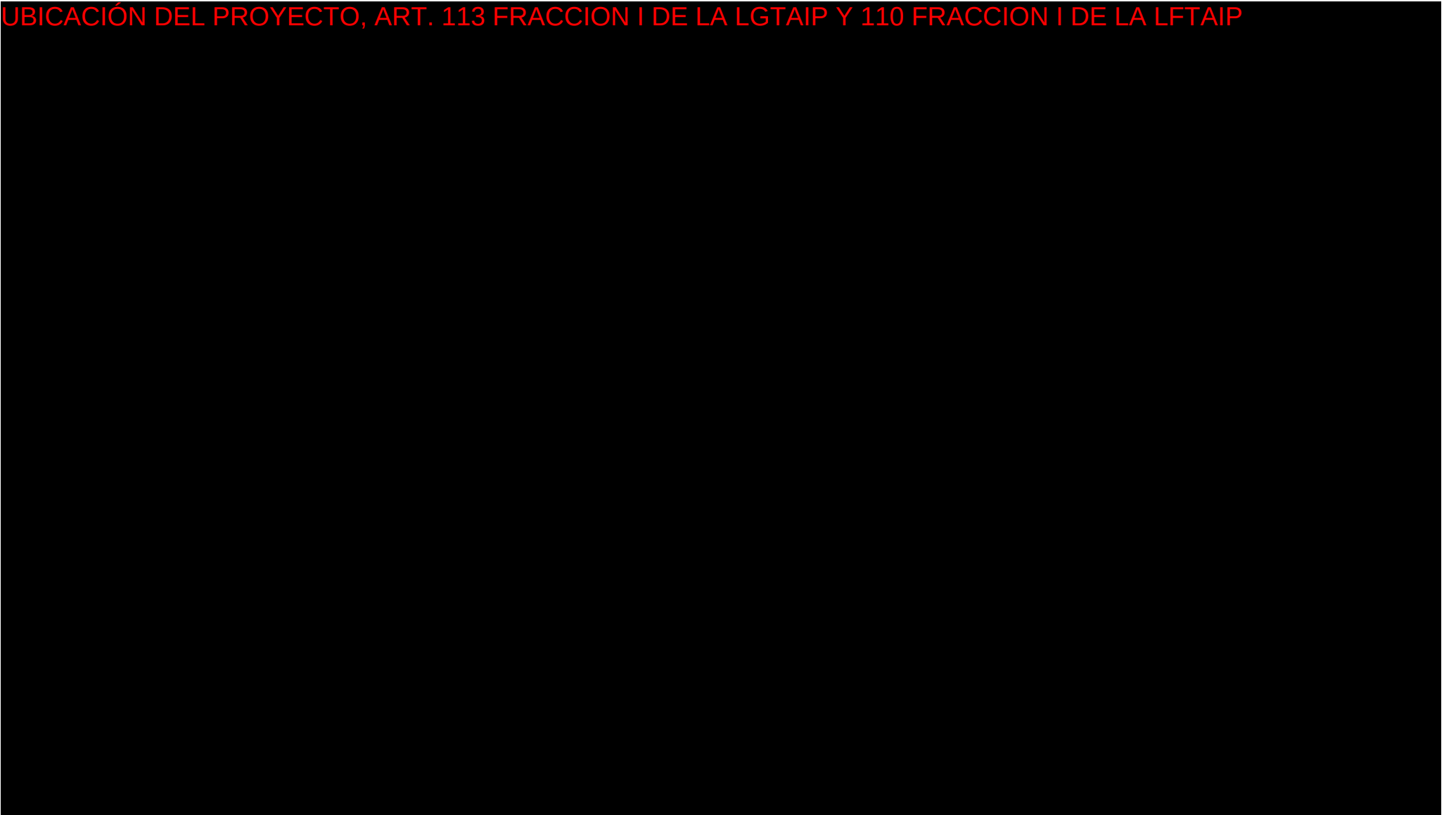
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



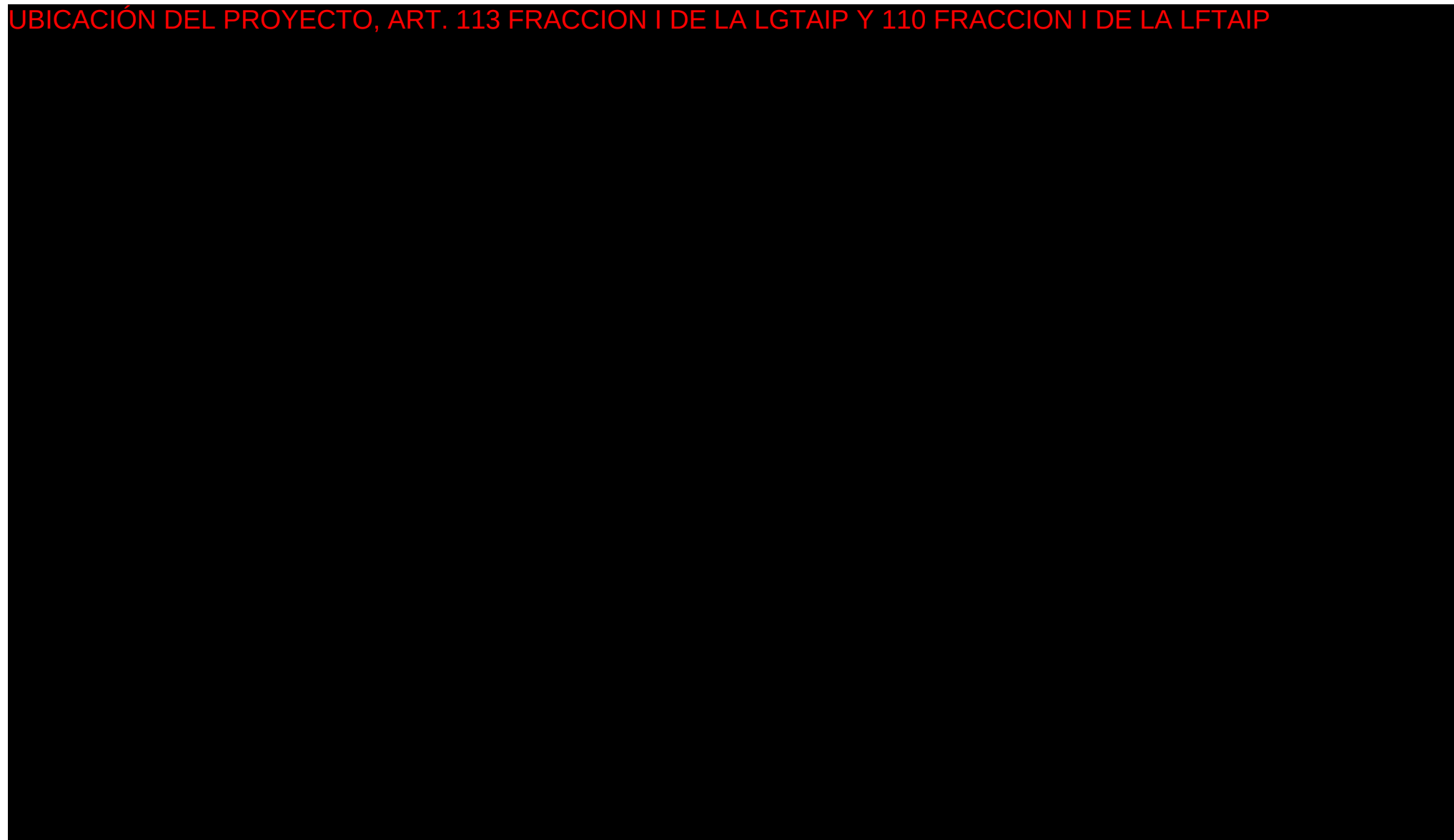
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



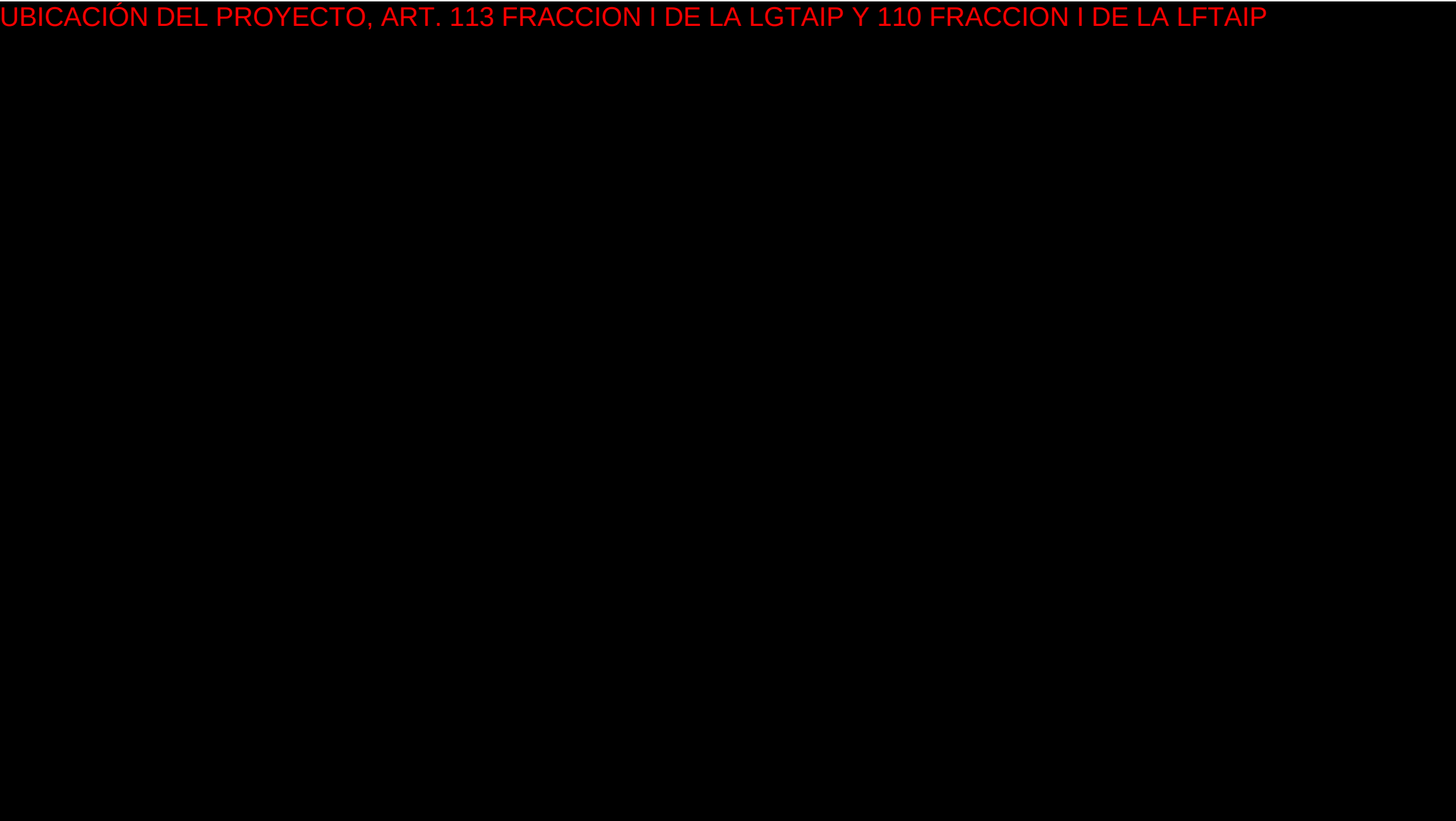
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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



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

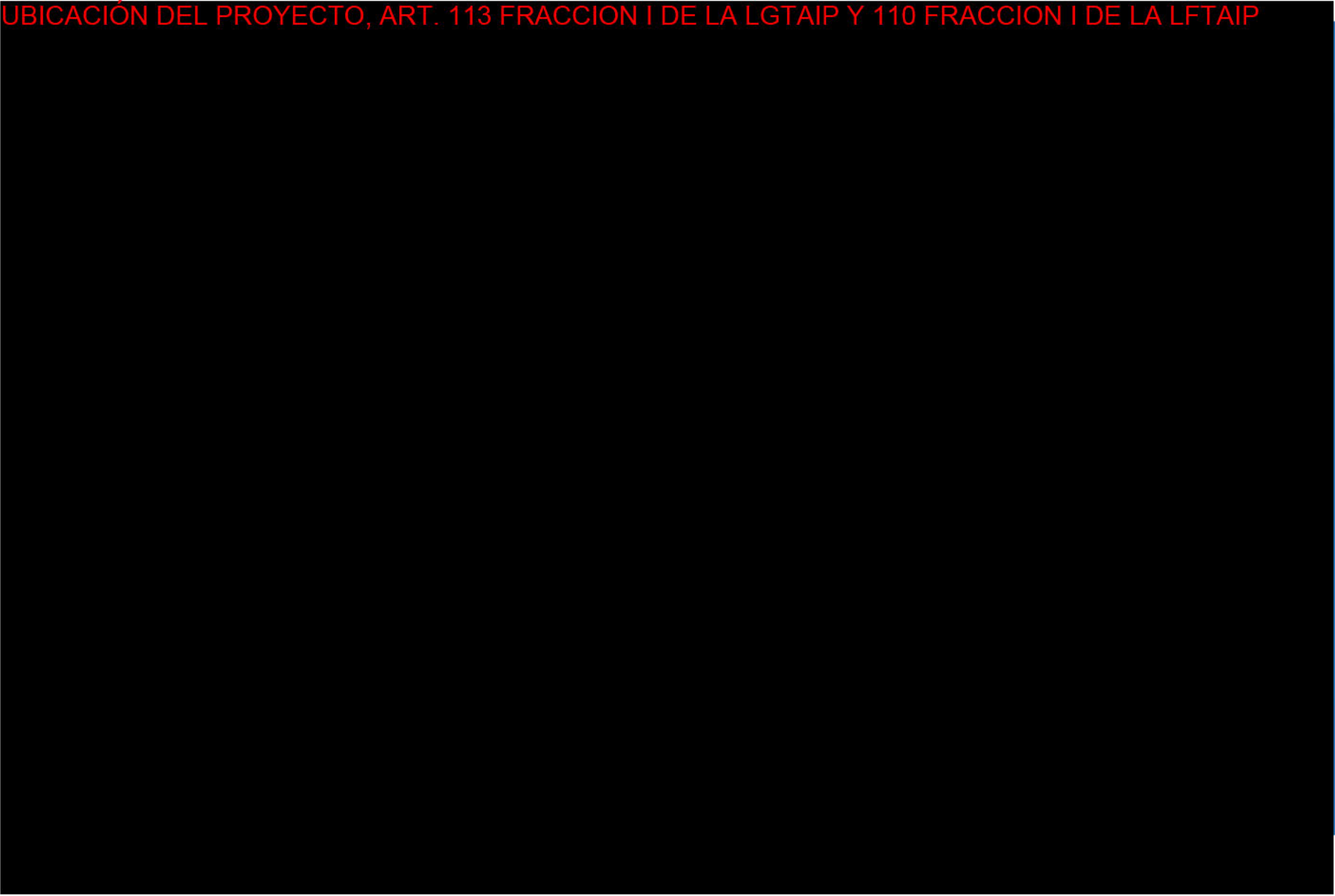


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

En la siguiente imagen se muestra el código y ubicación de las tomas fotográficas tomadas durante los trabajos de campo correspondientes al municipio de Villa de Reyes. Como ya se mencionó anteriormente el archivo fotográfico se encuentra en el [Anexo 2.4](#) de la MIA-Regional.

Como se puede observar en el compendio fotográfico el uso de suelo del área donde se pretende instalar la red de distribución con sus componentes, es de tipo Industrial, en áreas previamente impactadas, por lo que **en ningún momento se llevará a cabo remoción de vegetación.**

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



I.2 Bases de diseño

I.2.1 Descripción del entorno. Vulnerabilidad

I.2.1.1 Clima

Entre los factores que van a determinar el clima de una región se encuentra, con alto grado de influencia, como primer determinante, la ubicación geográfica en la que se encuentra y, por otro lado, está la conformación geomorfométrica de la región y la ocurrencia de vientos a lo largo del año. Por la situación geográfica del SAR, al estar ubicado en la parte centronorte del país, colindante con la Sierra Madre Oriental, su variabilidad climática se caracteriza por predominar los climas áridos y semiáridos, determinado por la distribución de su temperatura y precipitación a través del tiempo y año. Procedentes del Golfo de México se presentan los vientos alisios, que son los responsables de acarrear el aire húmedo necesario para las precipitaciones. Y, durante la parte seca del año predominan con frecuencia vientos secos que provienen del oeste.

Las perturbaciones ciclónicas que se originan entre junio y octubre, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, pueden provocar periodos de copiosas y prolongadas lluvias. En esta zona también se presentan incursiones de masas de aire frío procedentes del norte que son más o menos frecuentes en diciembre, enero y febrero, siendo las principales responsables de las temperaturas bajas y muchas veces también de lapsos pasajeros de nubosidad.

De acuerdo con la información del INEGI respecto a la clasificación climática del SAR, este se encuentra bajo la presencia de tres regiones climáticas, en la cual predomina el clima árido templado tipo $BS_0k''w$, encontrándose cubriendo prácticamente todo el polígono, dejando solo dos pequeñas áreas al sur del SAR con características climáticas ligeramente diferentes (Figura I.5). Hacia el sur del polígono se tiene una zona con clima árido semicálido tipo BS_0hw y, al sureste una pequeña área con un tipo climático semiárido templado $BS_1k''w$.

El clima árido templado tipo $BS_0k''w$, el predominante en el SAR, según su fórmula climática, se caracteriza por tener una temperatura media anual entre $12^{\circ}C$ y $18^{\circ}C$, la temperatura del mes más frío entre $-3^{\circ}C$ y $18^{\circ}C$. Su régimen de lluvias es estacional de verano con un porcentaje de lluvia invernal entre 5.0% y 10.2% del total anual.

El tipo climático árido semicálido tipo BS_0hw , el segundo con mayor cobertura en el SAR, de acuerdo con su fórmula climática, se trata de un clima con una temperatura media anual entre los 18 y $22^{\circ}C$, una temperatura del mes más frío menor de los $18^{\circ}C$ y la temperatura del mes más caliente mayor de $22^{\circ}C$. Sus lluvias se caracterizan por presentarse en verano con un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10.2% del total anual.

El tercer tipo de clima presente en el SAR comprende aproximadamente 122.41 ha al sureste del polígono, en la zona colindante con el ANP área de protección de flora y fauna Sierra de San Miguelito. Se trata de

clima semiárido templado tipo BS₁k" w, el cual se describe como semiárido templado con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3.0 y 18.0°C y la temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Su régimen de lluvias es de verano con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5.0 y 10.2% de la precipitación total anual.

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

Figura 1. 5. Clasificación climatológica en el SAR delimitado para el proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI.

Para tener información más detallada de los factores climáticos prevalecientes en el SAR delimitado para el proyecto, se revisó la información de las estaciones climatológicas instaladas en la región. La información de cada una de las estaciones meteorológicas, así como su ubicación, se obtuvo de las normales climatológicas del sistema meteorológico nacional en la página de la CONAGUA (<http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=gto>) y de la base de datos de las estaciones meteorológicas del país de la página web <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>.

En el caso particular que nos ocupa no se encontraron estaciones meteorológicas dentro de la poligonal del SAR. Por lo que, para poder caracterizar el clima se seleccionaron seis estaciones climatológicas usando como criterios que estuvieran ubicadas como máximo 10 km de los límites del SAR definido para el desarrollo del proyecto y con información suficiente y con registro mínimo de información de 15 años para poder caracterizar el clima. De las seis estaciones seleccionadas, dos se encuentran en el municipio de San

Luis Potosí, una en el de Soledad de Graciano Sánchez, dos en Zaragoza y una más en el de Santa María del Río.

La Tabla I.10 tiene el listado completo e información general de las estaciones meteorológicas seleccionadas se ubica con respecto al SAR del proyecto.

Tabla I. 10. Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima del SAR del proyecto.

Estación		Ubicación (Mpio.)	Altitud (msnm)	Coordenadas	
Clave	Nombre			X	Y
24046	Ojo Caliente	Santa María del Río	1,759.0	21°50'59"	100°45'44"
24069	San Luis Potosí (DGE)	San Luis Potosí	1,870.0	22°09'10"	100°58'38"
24081	Soledad de Graciano	Soledad de Graciano	1,850.0	22°10'59"	100°56'27"
24106	Zaragoza	Zaragoza	1,983.0	22°02'15"	100°43'55"
24111	San Luis Potosí (SMN)	San Luis Potosí	1,871.0	22°08'59"	100°58'30"
24179	Xoconotle	Zaragoza	2,068.0	22°05'54"	100°42'36"

Tabla I. 11. Clasificación climática en el sistema ambiental regional del proyecto tomando en cuenta la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

Clave	Ubicación	Fórmula	Descripción
24046	Ojo Caliente	BSohw(e)	Árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C (18.6°C) y la del mes más frío bajo 18°C (14.0°C). Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.9; BS ₀), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.76%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.4°C)
24069	San Luis Potosí (DGE)	BSokw(e)	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.4°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.0°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (22.5; BS ₀), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.12%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.0°C).
24081	Soledad de Graciano	BSokw(e)	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.7°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (12.7°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.4°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.4; BS ₀), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (9.15%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.7°C).

Clave	Ubicación	Fórmula	Descripción
24106	Zaragoza	BS ₀ kw(e)	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.6°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.2°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (18.6; BS ₀), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (8.65%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.8°C).
24111	San Luis Potosí (SMN)	BS ₀ kw(e)	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (15.0°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (11.4°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (18.5°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T mayor de 22.9 (25.6; BS ₁), el menos seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (6.85%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.1°C).
24179	Xoconoxtle	BS ₁ kw(e)	Semiárido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (15.0°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (11.4°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (18.5°C). Régimen de lluvia de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T mayor de 22.9 (25.6; BS ₁), el menos seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (6.85%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.1°C).

De las seis estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima de la región con base en el registro de los factores climáticos, se encontró que en cinco de estas tiene un clima árido y solo en la estación Xoconoxtle que se ubica al noreste del SAR, en el municipio de Zaragoza, se tiene un clima semiárido (Tabla I.11).

Considerando los valores de las temperaturas medias, mínimas y máximas, registradas en las estaciones meteorológicas analizadas, en cinco de las seis estaciones se tiene un clima templado con verano cálido. Se llegó a este resultado toda vez que sus temperaturas medias anuales estuvieron entre 12° y 18°C, las de su mes más frío entre -3° y 18°C y la de los meses más caliente sobre 18°C. La estación Ojo Caliente, ubicada al suroeste del SAR, en el municipio de Santa María del Río, fue la única con un clima considerado como semicálido, resultado de que su temperatura media anual estuvo entre 18°C y 22°C (18.6°C) y la del mes más frío bajo 18°C (14.0°C).

En todos los climogramas se puede ver que existe un periodo bien marcado de precipitación, definido entre mayo y octubre, sin embargo, con base en los registros de las estaciones meteorológicas, se puede determinar que en algunas de ellas se tiene un considerable volumen del total anual en la época seca. De acuerdo con los valores obtenidos, en cuatro estaciones se tiene un régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, toda vez que la precipitación del mes más lluvioso no resultó ser 10 veces mayor al del más seco, generalmente marzo. En las estaciones San Luis Potosí (DGE) y Xoconoxtle resultó un régimen de lluvias de verano, es decir, por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco.

En todas las estaciones se encontró coincidencia en el porcentaje de lluvia invernal, el cual estuvo entre el 5 y 10.2% de la precipitación total anual, y la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, clasificando a los climas como extremosos debido a que la variación fluctuó entre 7 y 14°C.

1.2.1.2 Temperaturas máximas y mínimas

Las temperaturas máximas promedio mensuales obtenidas van de los 24.3° a los 26.7°C, lo que representa poca variación entre estaciones meteorológicas en esta variable (CV = 4.10%) (Tabla I.12). Dos estaciones ubicadas al este del SAR, Ojo Caliente y Zaragoza, fueron las que alcanzaron las máximas temperaturas máximas promedio mensuales con 26.7 y 26.6°C, la primera en el municipio de Santa María del Río y, la segunda, en Zaragoza. Por lo contrario, en la estación San Luis Potosí (DGE) fue donde se registró la menor temperatura máxima promedio mensual con 24.3°C, lo que discrepa un poco de la otra estación de San Luis Potosí (SMN), donde se registró 26.0°C de temperatura máxima promedio.

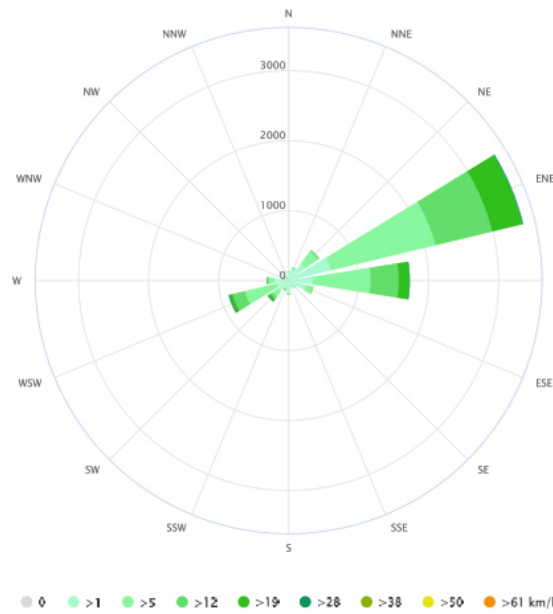
La variación de la temperatura mínima promedio mensual entre las estaciones meteorológicas analizadas fue de 5.0°C, siendo el valor máximo de 10.6°C en la estación Ojo Caliente, del municipio de Santa María de Río, y el mínimo de 5.6°C en la estación Xoconoxtle, ubicada en el municipio de Zaragoza (Tabla I.12). Estos valores indican que existe una amplia variación en la temperatura mínima promedio mensual en la región analizada (C.V. = 20.6%).

Tabla I. 12. Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática del proyecto.

Estación		Ubicación (Mpio.)	Temperatura (°C)		Evaporación (mm)	Días con lluvia (No.)	Pp (mm)	Lluvia intensidad (mm)	Días con granizo (No.)
Clave	Nombre		Máxima	Mínima					
24046	Ojo Caliente	Sta. María del Río	26.6	10.6	1,891.00	52.4	368.7	7.0	26.8
24069	San Luis Potosí (DGE)	San Luis Potosí	24.3	10.5	1,975.50	53.2	392.1	7.4	16.9
24081	Soledad de Graciano	Soledad de Graciano	25.7	9.8	---	41.7	344.3	8.3	18.4
24106	Zaragoza	Zaragoza	26.7	8.5	---	48.9	327.3	6.7	7.4
24111	San Luis Potosí (SMN)	San Luis Potosí	26.0	9.3	1823.8	62.8	360.2	5.7	21.4
24179	Xoconoxtle	Zaragoza	24.4	5.6	---	53.4	384.0	7.2	27.8
Máximo			26.7	10.6	1,975.5	62.8	392.1	8.3	27.8
Mínimo			24.3	5.6	1,823.8	41.7	327.3	5.7	7.4
Promedio			25.6	9.1	1,896.8	52.1	362.8	7.0	19.8
Desvest			1	1.9	76.0	6.9	24.3	0.8	7.5
CV			0.041	0.206	0.040	0.132	0.067	0.118	0.378

1.2.1.3 Vientos dominantes (dirección y velocidad)

La rosa de vientos para San Luis Potosí muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada.



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-luis-potos%C3%AD_m%C3%A9xico_3985606

Figura I. 6. Rosa de vientos San Luis Potosí

I.2.1.4 Evaporación

La humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. El retorno del agua a la atmósfera se da por medio de procesos físicos y biológicos, combinados presentándose el proceso de evapotranspiración. El proceso físico de la evapotranspiración es la evaporación directa del agua en la superficie del suelo y, el biológico es la absorción del agua y posterior transpiración de los vegetales. Aquí trataremos el término evaporación independiente del de la evapotranspiración.

La evaporación, en sí, depende de la cantidad de calor absorbida por el suelo, que está en relación con el balance energético. La evaporación continuará hasta el momento en que el aire que está en contacto con la superficie evaporante esté saturado, en ese momento se produce un equilibrio entre las moléculas que dejan el líquido y el de las que se transforman en gotas de agua provenientes del vapor de agua. Como consecuencia, los factores meteorológicos que determinan la evaporación son la humedad relativa del aire, la que, a su vez, es función de la humedad absoluta y de la temperatura del aire, la radiación solar, así como de la velocidad del viento. Como consecuencia, cuanto más rápido es el viento, más rápidamente se renueva el aire en contacto con la superficie que se evapora.

De las seis estaciones meteorológicas analizadas, tres de ellas no tienen registros de esta variable: 24081 Soledad de Graciano, 24106 Zaragoza y 24179 Xoconoxtle. Los valores obtenidos en las tres estaciones

meteorológicas con información, resultó que el valor de esta variable va de los 1,823.8 mm a los 1,975.5 mm promedios totales anuales, con un valor promedio anual de 1,896.8 mm. El valor menor de evaporación (1,823.8 mm promedio anual) se tiene en la estación meteorológica San Luis Potosí (SMN) y, por otro lado, el valor máximo (1,975.5 mm promedio total anual) se tiene en la estación meteorológica San Luis Potosí (DGE).

I.2.1.5 Datos meteorológicos

Los siguientes datos serán utilizados en las simulaciones del presente estudio:

Tabla I. 13. Datos meteorológicos

Elemento	San Luis Potosí (Estabilidad "D")
Velocidad de viento	5 m/s
Dirección del viento	108 (dirección este)
Temperatura promedio	252°C
Humedad	70 %

I.2.1.6 Inundaciones

Las inundaciones se presentan cuando existe un aumento del agua arriba de un nivel máximo controlable de un cauce originado por efectos lluvias intensas y prolongadas o por cualquier masa de agua excedente acumulada. Se pueden tener inundaciones provocadas con la influencia del ser humano y por efectos naturales. Entre las inundaciones originadas por acciones humanas están las que ocasionan las aperturas de compuertas de presas e, indirectamente, por daños a la infraestructura para el control de cauces, como bordos, diques y presas. Y, por otro lado, están los originados por grandes volúmenes de agua pluvial que llegan a ocasionar desbordamientos de cauces, ascenso del nivel de agua de cuerpos como lagos, lagunas y mar, y el rebase de la capacidad para el desfogue de sistemas de drenaje.

A nivel nacional, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) a clasificado los tipos de inundaciones de acuerdo con su origen, agrupándolos en cuatro grandes grupos: a) Pluviales; b) Fluviales; c) Costeras, y, d) Por falla de infraestructura hidráulica. Las tres primeras están más asociadas a fenómenos naturales, los cuales están más relacionados con el objetivo de este estudio, y el cuarto grupo está más asociado a hechos circunstanciales poco probables y no relacionados con fenómenos meteorológicos.

Otra clasificación de estos eventos que están relacionados con los procesos hidrológicos y climáticos, en la mayoría de los casos, está relacionado con la velocidad de su desarrollo. Esta clasificación está relacionada con lo que se conoce como el tiempo de respuesta de la cuenca, la cual implica el tiempo que tarda en manifestarse los efectos de la abundancia de agua desde el momento en que comienza la precipitación

hasta que se genera el escurrimiento descontrolado. Bajo esta consideración se tienen las inundaciones lentas y súbitas. Ambas pueden llegar a ser devastadoras a nivel social y ambientalmente, con la diferencia de que las inundaciones lentas dan tiempo de respuesta para la sociedad, mientras que las inundaciones súbitas pueden llegar a generar pérdidas significativas en la sociedad.

Son muchas y variadas las afectaciones que las inundaciones pueden ocasionar tanto a la infraestructura de una región, áreas agropecuarias y al medio ambiente. Entre las afectaciones que llegan a ocasionar al medio ambiente es de remarcar las ocasionadas al suelo, incluyendo la pérdida por arrastre de este y las afectaciones a sus propiedades físico – químicas debido a la saturación de agua del espacio poroso por tiempos prolongados, también llegan a provocar la muerte de fauna silvestre y la pérdida de hábitat por la afectación de suelo y pérdida de vegetación por exceso de humedad y arrastre.

La información de inundaciones en el área del SAR está limitada a la zona conurbada de San Luis Potosí, la cual incluye al municipio Soledad de Graciano Sánchez y Mexquitic de Carmona, sin incluir al municipio de Valle de Reyes.

En el Atlas de Riesgo para el municipio de San Luis Potosí y su zona conurbada, elaborado por el Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí en 2018, se menciona a las inundaciones como uno de los fenómenos de origen hidrometeorológicos que representan un riesgo, peligro y vulnerabilidad para la zona conurbada del Valle de San Luis Potosí. El origen de las inundaciones en la zona son de tipo pluvial y súbito, originado por altas precipitaciones y de corta duración que generan escurrimientos de las zonas alta, como la sierra San Miguelito y Álvarez, lo cual se potencializa por la falta o deficientes obras de captación, conducción y desvío de la escorrentía producida, falta de mantenimiento de la infraestructura existente, crecimiento desordenado de la zona urbana y rezago en la habilitación de infraestructura hidrológica para frenar las inundaciones.

Candia (2015), en su trabajo de tesis determinó la vulnerabilidad y riesgo de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí utilizando un análisis multicriterio y diversos indicadores en un modelo hidráulico estático. El modelo fue abastecido incluyendo información relacionada con factores climáticos, suelo, cobertura, así como de la infraestructura hídrica disponible para el manejo de los excedentes de agua en la zona. Al final, el riesgo de inundación se determinó mediante la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad de inundación.

Para determinar la amenaza de inundación, en el análisis se consideraron los indicadores de respuesta hidráulica, escurrimiento, prevalencia, elevación y pendiente. Como resultado de su análisis, la autora arriba mencionada encontró que el índice de amenaza da como resultado un valor máximo de 0.79, en escala de 0 a 1, encontrando que las zonas de menor altitud y más planas son las más propensas a inundación y, por lo contrario, aquellas zonas ubicadas en las zonas más altas, con mayor pendiente y conformación geomorfométrica irregular, tuvo un valor mínimo de 0.21 en el índice de amenaza de inundación (Figura I.7).

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

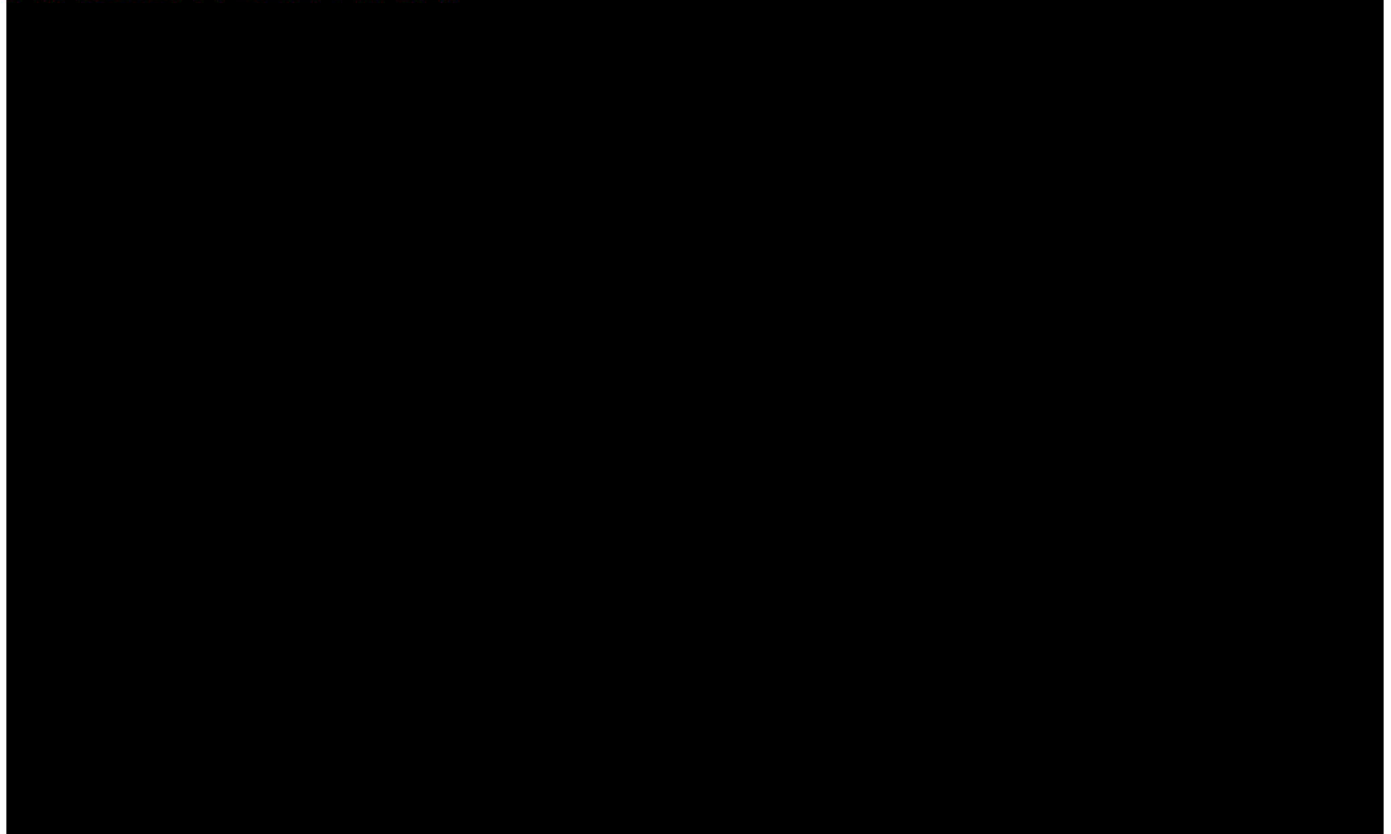
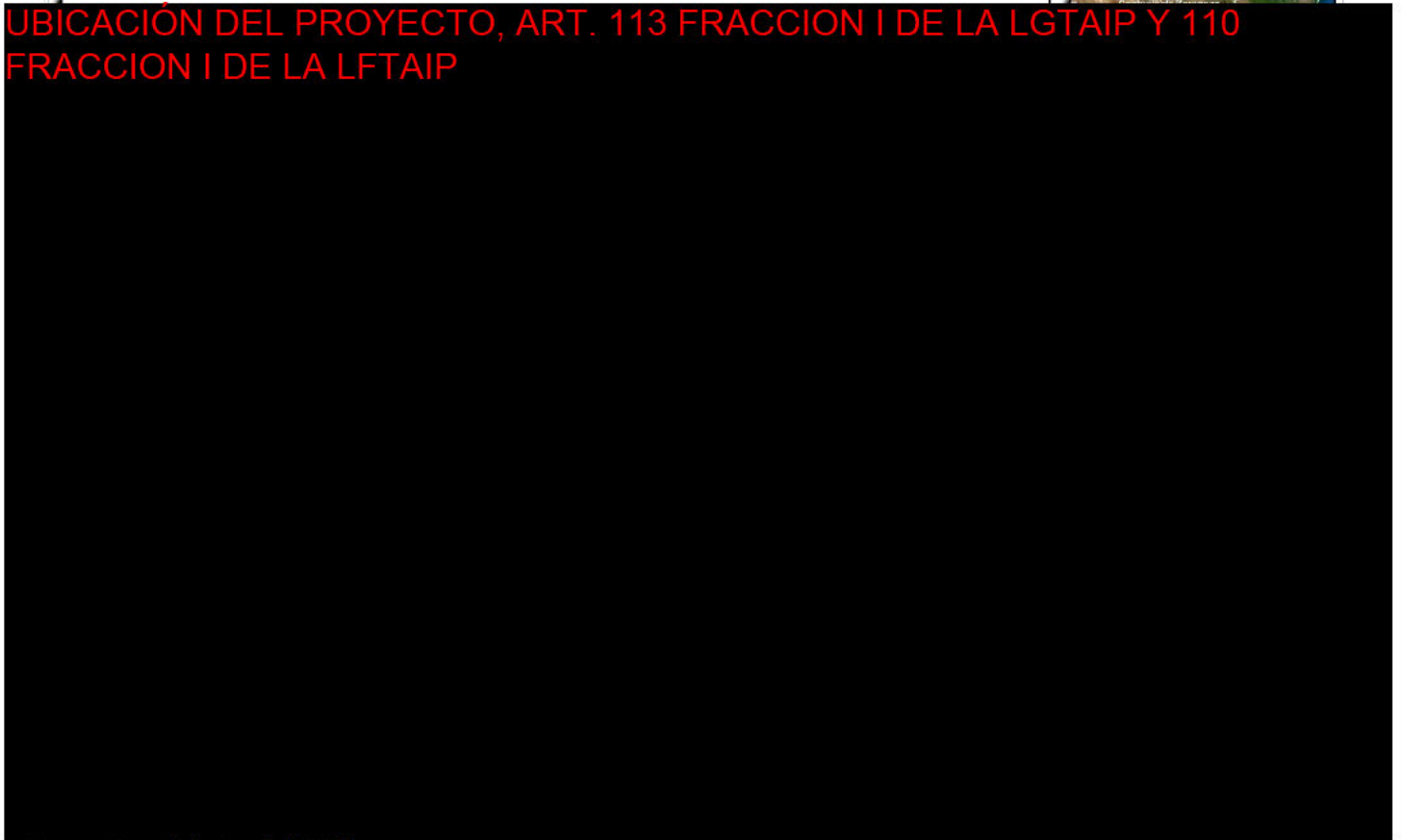


Figura I. 7. Mapa de amenaza de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.

Para evaluar la vulnerabilidad de inundación se incluyó en el análisis la exposición humana, la exposición de viviendas y el rezado social. El valor obtenido tuvo un índice que va de 0.01 a 0.74, en una escala de 0 a 1. El valor máximo de esta variable indica que hay una confluencia de valores máximos de los indicadores utilizados en la evaluación, por lo que, la probabilidad de que ocurran los tres al mismo tiempo se considera baja, pero no improbables. Como se puede ver en la Figura I.8, predominan las áreas con índice de vulnerabilidad a inundaciones muy bajos y bajos, siendo más en cuanto a número y dimensión, dominando al centro, centro – este y sur del área metropolitana. A estas áreas le siguieron, en cuanto número y superficie, las consideradas como de vulnerabilidad media, las cuales predominan en la parte central de la zona metropolitana.

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



Fuente: Tomada de Candia (2015).

Figura I. 8. Mapa de vulnerabilidad de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.

Como resultado final, utilizando los índices de amenazas y vulnerabilidad de inundación, se obtuvo el riesgo por inundación. Al combinar ambos índices se obtuvo como resultado un valor máximo de 0.64 de riesgo, coincidiendo con zonas donde el índice de amenaza o de vulnerabilidad presentan valores altos, y el valor mínimo de 0.04 (Figura I.9). Los riesgos de inundación predominantes son los medios (0.34), abarcando toda la parte central de la zona metropolitana, en la que se intercalan pequeñas zonas con un índice de amenaza alto (> 0.49).

Las zonas con índices de amenaza muy bajos y bajos se ubican al este y sureste del área analizada. Siendo en la zona sureste, el área plana colindante con la sierra San Miguelito hasta la zona de La Pila, donde se pretende desplantar parte de la línea de distribución de gas del proyecto. No obstante, el área analizada no alcanzó a cubrir la zona del parque industrial, ya que este se encuentra fuera de la zona metropolitana de San Luis Potosí bajo análisis. Solo una pequeña longitud del ducto que conecta con el City Gate fue considerada, clasificándose como área de riesgo de inundación bajo.

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

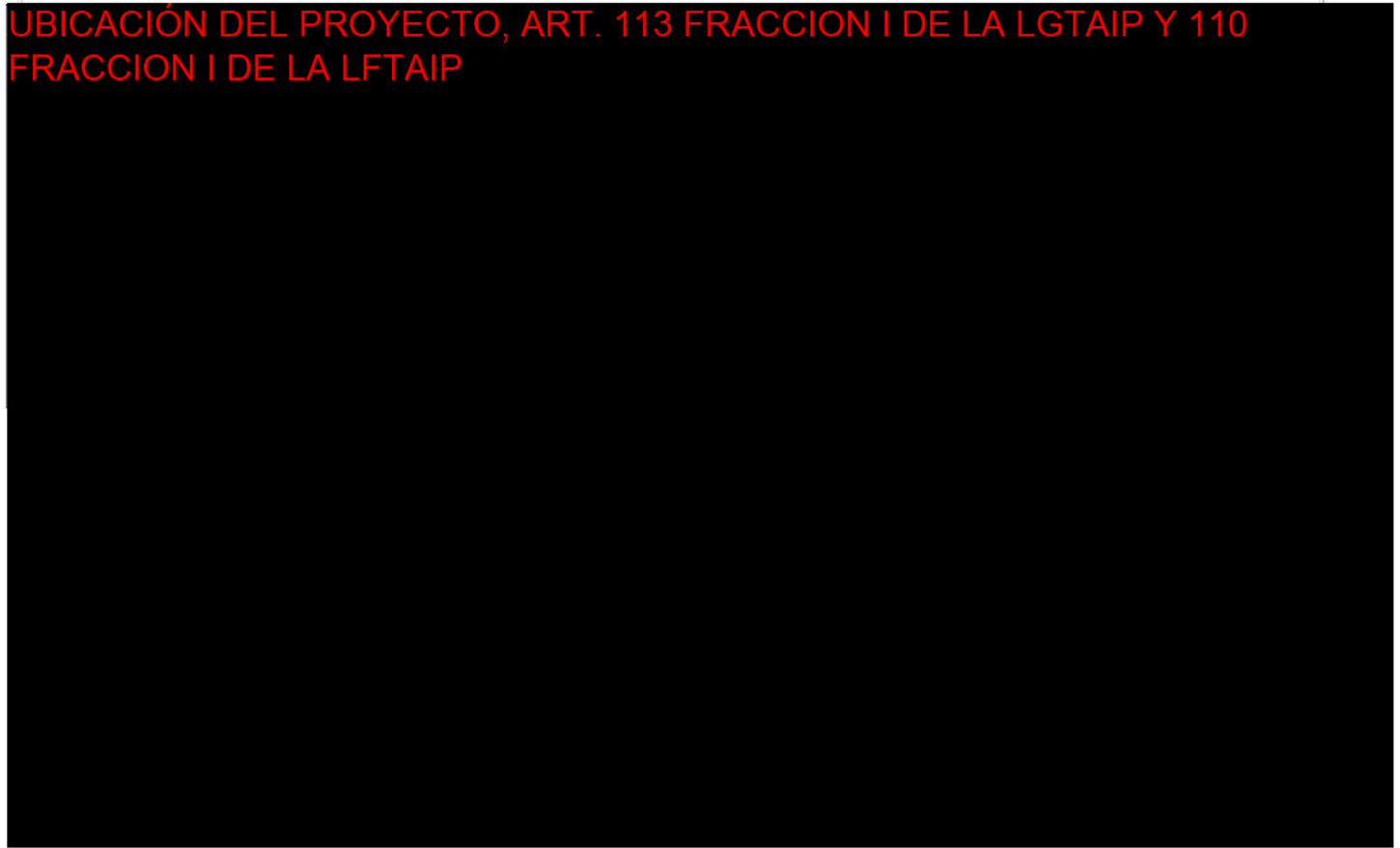
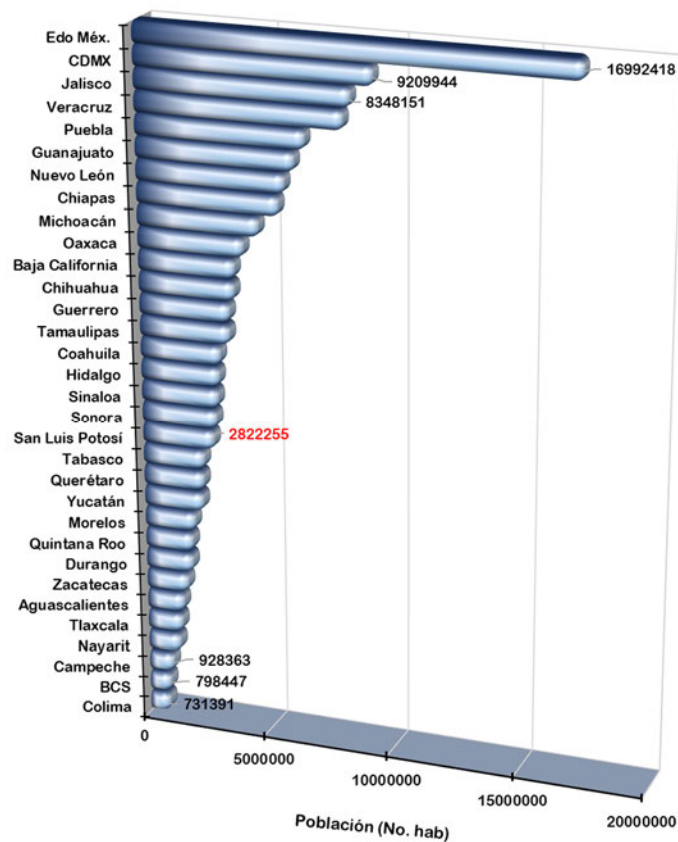


Figura I. 9. Mapa de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.

1.2.1.7 Población

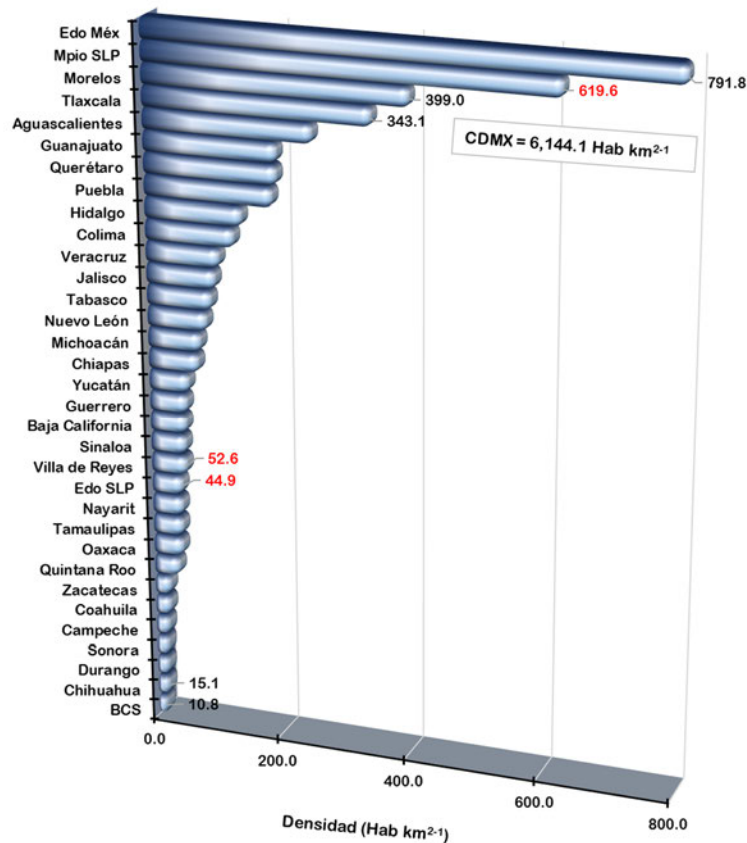
De acuerdo con el último censo de población y vivienda presentado por el INEGI a nivel nacional en el 2020 (ver: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>), el estado de San Luis Potosí es de los que tiene una menor población con respecto a la nacional, ocupando el catorceavo lugar entre los estados con menor población en el país con sus 2'822,255 habitantes (Figura I.10). De los 126'014,024 habitantes a nivel nacional que resultaron del censo antes mencionado, en el Estado habitaban el 2.24% de la población total; mientras que, los estados de Colima y Baja California Sur fueron los que tuvieron menor número de habitantes, representado el 0.58 y 0.63% del total nacional, en el orden antes citado, y el Estado y la Ciudad de México los que resultaron por mucho con la mayor población nacional, con el 7.32 y 13.48% de la población total.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.

Figura I. 10. Población por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

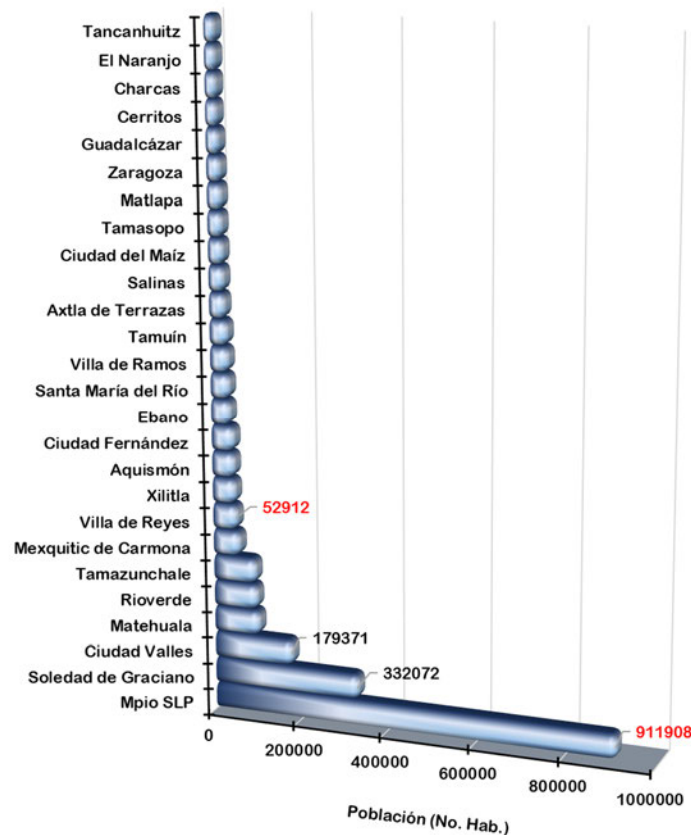
Relacionando la superficie estatal con el tamaño poblacional, dos variables de las que ya se ha hablado, resulta que el estado de San Luis Potosí tiene una densidad poblacional de 44.9 Hab km^{-2} , ocupando el doceavo lugar entre los estados del país con menor densidad, donde los estados de Baja California Sur y Chihuahua son los que tienen la menor población por unidad de área con 10.8 y 15.1 Hab km^{-2} (Figura I.11). En este rubro resulta que las entidades con la mayor densidad poblacional son la Ciudad y Estado de México con $6,144.1$ y $791.8 \text{ Hab km}^{-2}$, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.

Figura I. 11. Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

De igual forma, y con base en el último censo de población y vivienda realizado por el INEGI a nivel nacional en el 2020 (ver: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>), a nivel estatal se tiene que los municipios inmersos en el SAR se encuentran entre los que cuentan con mayor población en el estado; de hecho, el municipio de San Luis Potosí es el que congrega un mayor número de habitantes en el estado con 911,908 pobladores, seguido de Soledad de Graciano Sánchez con 332,072, lo que representa el 32.31 y 11.77% de la población total estatal (Figura I.12). El municipio de Villa de Reyes cuenta con solo 52,912 habitantes, es decir el 1.87% de los habitantes del estado, lo que le alcanza para ocupar el octavo lugar entre los municipios con mayor población.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.

Figura I. 12. Población de los 26 municipios con mayor población en el estado de San Luis Potosí de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

Relacionando el tamaño poblacional y la superficie municipal, resultó que el municipio de San Luis Potosí tiene una densidad poblacional mayor a la de Villa de Reyes, $619.6 \text{ Hab km}^{-2}$ vs 52.6 Hab km^{-2} . La densidad poblacional del municipio de San Luis Potosí lo pone solo por debajo de la densidad poblacional de la Ciudad y Estado de México, muy por arriba de la densidad del estado de San Luis Potosí, la cual es de 44.9 Hab km^{-2} ; incluso, la densidad poblacional de Villa de Reyes es ligeramente superior a la estatal (52.6 Hab km^{-2} vs 44.9 Hab km^{-2}).

I.2.2 Proyecto mecánico y Proyecto civil

Esta red cumplirá en todo momento desde su proyección, diseño, gestión, construcción, inspección, pruebas, certificación, puesta en servicio, operación y mantenimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, la cual lleva como título “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos” y que a la letra dice:

“La presente Norma Oficial Mexicana 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”. Y que en lo sucesivo nos referiremos a esta simplemente como “la norma” y la cual menciona sus campos de aplicación, en su apartado 2, que se transcribe a continuación:

“La presente Norma Oficial Mexicana es aplicable en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los Regulados que realicen las actividades de Distribución de Gas Natural y Gas Licuado del Petróleo por ductos durante las etapas de diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento; desde el punto de transferencia físico del sistema de Transporte al de distribución o en su caso del almacenamiento al Sistema de distribución, hasta la salida del Medidor o de la Estación de regulación y medición del usuario final”.

La red se construirá utilizando tubería y accesorios de acero bajo las especificaciones de las normas oficiales mexicanas aplicables y considerando que para la correcta operación de la red de distribución se considerará como una presión mínima, en los extremos más alejados de la red, la presión requerida por los clientes.

El proyecto es diseñado y será instalado de acuerdo con la normativa nacional y estándares internacionales ASTM-ANSI-API, que más adelante se detallan, además de las siguientes normas:

Norma oficial NOM-001-SECRE-2010, “Especificaciones del gas natural”.

Norma Oficial NOM-007-ASEA-2016 “Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos o la que la sustituya”.

I.2.2.1 Proyecto mecánico

I.2.2.1.1 Cálculo de espesores para los ductos de acero

La tubería seleccionada debe de tener un espesor mínimo de pared requerido para soportar los esfuerzos producidos por la presión interna del gas. Para el cálculo de espesor de la tubería, se utilizarán **25 bar** como presión de diseño. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 apartado 5.1.1.1, el espesor mínimo teórico del ducto se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$t = \frac{P(kPa) \times D(mm)}{2 \times S(kPa) \times F \times E \times T}$$

Donde:

t: espesor mínimo teórico en pulgadas

P: presión de diseño = 25 bar o 362 PSI

D: diámetro nominal exterior

F: Factor de localización,

F = 0.4 E. Factor de eficiencia de soldadura, E = 1

T: Factor de diseño por temperatura, T = 1

S: Cedencia del acero.

Tabla I. 14. Especificaciones para ductos de acero

DN pulg	D pulg	S psi	T pulg	Ducto elegido	
				Especificación	t pulg
2"	2.875"	35,000	0.033	API 5L grado B Cédula 40	0.154
4"	4.5"	35,000	0.073	API 5L grado B Cédula 40	0.237
6"	6.625"	35,000	0.098	API 5L grado B Cédula 40	0.280
8"	8.625"	35,000	0.131	API 5L grado B Cédula 40	0.322
10"	10.750"	35,000	0.163	API 5L grado B Cédula 40	0.365

1.2.2.1.2 Clases de Localización.

Para establecer la Clase de Localización de este proyecto y así definir el factor de diseño del punto anterior, se considera lo establecido por la norma en su apartado 5.1.1.1.1 la cual nos dice:

Localización clase 1: El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones para ocupación humana.

Localización clase 2: El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones para ocupación humana.

Localización clase 3: El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más para ocupación humana; considerando, además:

El tramo de una tubería clase 1 o 2 debe ser reclasificado como clase 3 cuando el eje de dicho tramo se encuentre a una distancia igual o menor a 100 metros de:

- a) *Una construcción ocupada por veinte o más personas, al menos 5 días en la semana, en 10 semanas en un periodo de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: escuelas, hospitales, iglesias, salas de espectáculos, cuarteles y centros de reunión.*
- b) *Un área al aire libre definida que sea ocupada por veinte o más personas, al menos 5 días a la semana, en 10 semanas en un periodo de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: campos deportivos, áreas recreativas, teatro al aire libre u otro lugar público de reunión, o*
- c) *Un área destinada a fraccionamiento o conjunto habitacional o comercial que no tenga las características de la clase 4.*

Localización clase 4: El Área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

Por lo antes expuesto, se concluye que el proyecto presenta una Clase de Localización 4, debido a que el área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

I.2.2.1.3 Instalación de válvulas de seccionamiento o control

Para el proyecto se colocarán válvulas en la red de tal forma que cumplan con el apartado 6.6.3.1. de la norma, mismo que a la letra dice:

“En los Sistemas de distribución se deben instalar Válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.”

Para cumplir con esto se diseñará el sistema de distribución considerando redes que permitan seccionar áreas definidas, mismas que estarán seccionadas por válvulas, todo esto tratando de respetar, a menos que las condiciones de la zona lo impidan, el siguiente esquema de diseño:

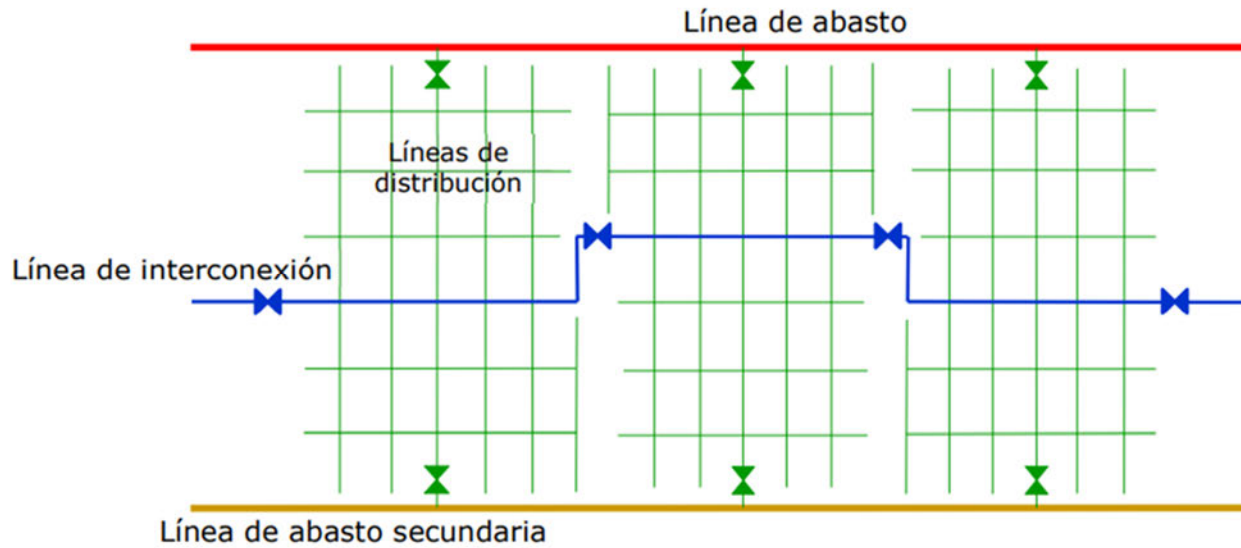


Figura I. 13. Diseño para la instalación de válvulas

La colocación de las válvulas se realizará de preferencia en banquetta o en lugares de fácil acceso de acuerdo con los criterios constructivos de Tractebel, mismos que están basados y enfocados al cumplimiento de la norma. Ver figura siguiente.

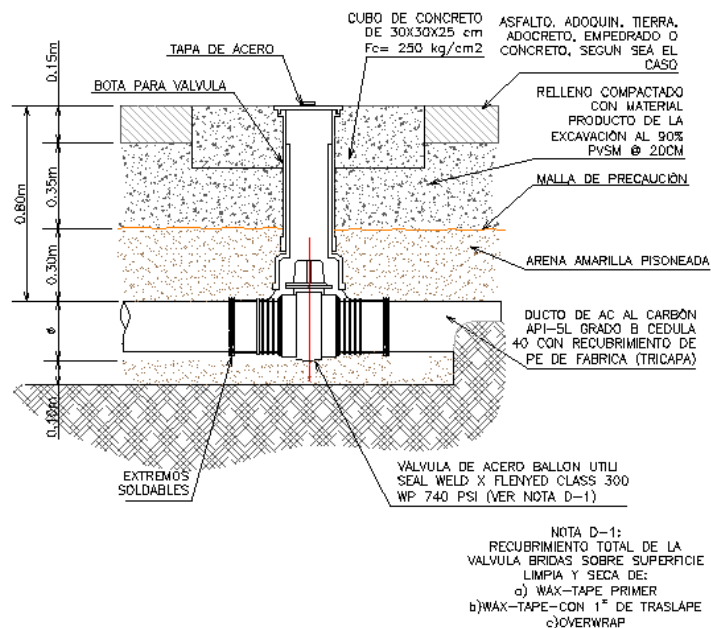


Figura I. 14. Perfil de colocación de válvulas

Nota: Se considerarán solo los diámetros que apliquen al proyecto

I.2.2.1.4 Protección mecánica y catódica a ductos

La protección catódica para este ducto se tomará del preexistente en el actual sistema, realizando un puenteo de corriente. Se procurará que toda nueva tubería cuente con recubrimiento plástico anticorrosivo (tricapa) y de no ser así, se aplicará recubrimiento con cinta poliken. Esta cinta deberá colocarse con las siguientes especificaciones:

- *Limpiar la superficie metálica de suciedad, óxido y/o cualquier otro residuo, hasta dejar el tubo al natural. Esto con SAND-BLAST, acabado metal blanco.*
- *Aplicar de manera uniforme una película de poliken primario 1027, asegurándose que se cubra la superficie en su totalidad.*
- *Enrollar en forma espiral la protección dieléctrica (cinta negra) con un traslape del 50%.*
- *Enrollar en forma de espiral la protección mecánica (cinta blanca) con un traslape del 50%. • Realizar prueba dieléctrica con el hollyday.*
- *• En caso de tener defectos, se deberán reparar realizando una nueva prueba eléctrica a satisfacción de la supervisión de construcción.*

I.2.2.1.5 Pruebas de hermeticidad a tuberías de acero

De acuerdo con el apartado 6.9.5.1. de la norma, todas las líneas construidas deberán ser sometidas a las pruebas de hermeticidad correspondiente. Las pruebas de la nueva ampliación de red se harán siguiendo el siguiente esquema aplicable, de acuerdo con las normas vigentes NOM-003-ASEA-2016.

Para la prueba de hermeticidad deberá efectuarse con agua a una presión 1.5 veces la Máxima Presión de Operación (MPOP = 21 bar), es decir, 1.5X21 bar, esto es 31.5 bar, durante 24 horas continuas.

Consideraciones

- *Para efectuar las pruebas de hermeticidad final, se deberá utilizar exclusivamente agua.*
- *Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba.*
- *La temperatura del material no deberá superar los 30° C.*
- *Esta prueba será registrada en el termomanómetro o un registrador*
- *La tubería será llevada a una presión igual a 31.5 bar de presión.*
- *Como mínimo dejar transcurrir 2 horas como periodo de estabilización antes de iniciar el registro.*
- *La duración de la prueba será de 24 horas controlada con manómetro y termógrafo registrador.*

Generales

Se debe llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas. El registro debe ser firmado por el personal responsable de la misma. El registro debe indicar el fluido de prueba, la presión inicial y final de la prueba, la escala de la gráfica cuando se utilice, hora y fecha en que se realizó la prueba, material, el diámetro y la longitud del tramo o Sistema de distribución probado. Anexar al registro el plano o esquema del sistema probado.

La prueba será satisfactoria si la lectura de presión manométrica en la tubería es igual al inicio y final del periodo de prueba. Se deberá considerar que la temperatura pudiera bajar unos grados debido a un registro de baja de temperatura, el cual deberá ser considerado de acuerdo con la gráfica de lectura del termógrafo instalado o los cálculos matemáticos correspondientes.

Cuando la prueba de hermeticidad haya sido satisfactoria, se procederá a despresurizar la red hasta dejar la presión manométrica a 1 bar. En estas condiciones se entregará al departamento de Operación y Mantenimiento para la puesta en servicio. Si la nueva ampliación de red no puede ser puesta en operación inmediatamente después de la prueba, se dejará presurizada con aire a 1 bar, presión que se verificará nuevamente inmediatamente antes de poner en servicio, y no deberá presentar variación. De no ser así se tendrá que definir la causa de la variación de presión, en caso de ser necesario reparar la afectación y realizar nuevamente la prueba.

I.2.2.2 Proyecto Civil

I.2.2.2.1 Especificaciones de red a instalar

Toda la tubería de distribución hasta Ø20" por norma debe ser instalada a una profundidad mínima de 0.6 m, medidas del nivel de piso terminado hasta el lomo de tubo instalado. Esto cumpliendo con el apartado 6.4.1.1. de la norma, como se muestra en la figura siguiente.

Tabla I. 15. Especificaciones para instalación de tuberías

Ubicación	Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
En general		
-Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro	60	45
-Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro	75	60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles	120	90
Cruzamientos de carreteras	120	90
Cruzamientos de ferrocarriles		
-Tubería encamisada	120	120
-Tubería sin encamisar	200	200
Cruces de vías de agua	120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación	75	60

Ubicación		Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
Acometida	Presión de operación ≤ 689 kPa	45	30
	Presión de operación > 689 kPa	60	45

En caso de que se encontrara infraestructura existente al momento de instalar la tubería, **Tractebel**, tomará las medidas necesarias para que esta quede a una separación mínima de 0.30 m de cualquier instalación, medidos desde sus diámetros exteriores, ya sea en caso de paralelismos o cruces de manera perpendicular.

1.2.2.2.2 Excavación de zanjas

Para la excavación de zanjas, se tendrá en cuenta las siguientes precauciones:

-  Tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar la rotura o deterioro de cualquier infraestructura existente, aérea o subterránea.
-  Cuando se realicen excavaciones en terrenos inestables, el perfil de la zanja será en "V" o en su defecto se asegurará por posibles derrumbes.
-  Se deberá disponer y emplear los equipos necesarios, los métodos adecuados y la mano de obra suficiente para ejecutar el zanjeo de acuerdo con el cronograma de obra.
-  La tierra extraída durante el zanjeo deberá volcarse a un lado de la zanja, en caso de no poder ser retirada inmediatamente, se deberá guardar una distancia mínima de 0.30 m entre el talud del acopio y el borde de la zanja.
-  El escurrimiento de agua en las alcantarillas públicas o privadas siempre tiene que estar asegurado, tomando todas las precauciones necesarias para asegurar un saneamiento suficiente de la zanja antes de bajar la tubería.

Los anchos mínimos para las zanjas de las tuberías de acero se presentan en la siguiente tabla:

Tabla I. 16. Ancho de zanjas para ductos de acero

Diámetro de tubería	Ancho de zanja (m)
2"	0.2
4"	0.30
8"	0.40

Nota: Considerar solo los diámetros que apliquen al proyecto a ejecutar.

1.2.2.2.3 Relleno de Excavación

Una vez realizado lo anterior se colocará la tubería dentro de la zanja, para lo cual se deberá realizar lo siguiente:

Antes de “bajar” la tubería, se colocará en el fondo de la zanja, una capa de arena de 0.10 m de un espesor uniforme sobre la que apoyará la tubería, de tal modo que la tubería deberá quedar lo más recta posible apoyando de manera uniforme en la capa antes mencionada. La arena deberá ser fina del # 2, limpia y libre contaminación, es decir, sin boleó, escombros, basura o cualquier otro material ajeno.

Nota: En caso de que el material producto de la excavación cumpla con estos requisitos podrá utilizarse a criterio y con la aprobación del supervisor en campo del proyecto. En caso de que esto último no sea así, la arena deberá ser traída de un banco de materiales, cuidando que cumpla con los requisitos estipulados en este punto.

Una vez colocada la tubería en la zanja, se llevará a cabo el relleno de la esta última, así como la reposición del pavimento removido. La zanja se rellenará con arena (con las mismas características que la utilizada para la cama de arena, mencionada anteriormente). Hasta llegar a una altura de 0.30 m tomada a partir del lomo del tubo instalado.

La arena deberá ser colocada en capas de 0.20 m y apisonado a 85 % de su PVSM (Peso Volumétrico Seco Máximo), con una tolerancia de $\pm 5\%$. Esta operación deberá repetirse cuantas veces sea necesario hasta alcanzar la altura de 0.30 m mencionada en el párrafo anterior.

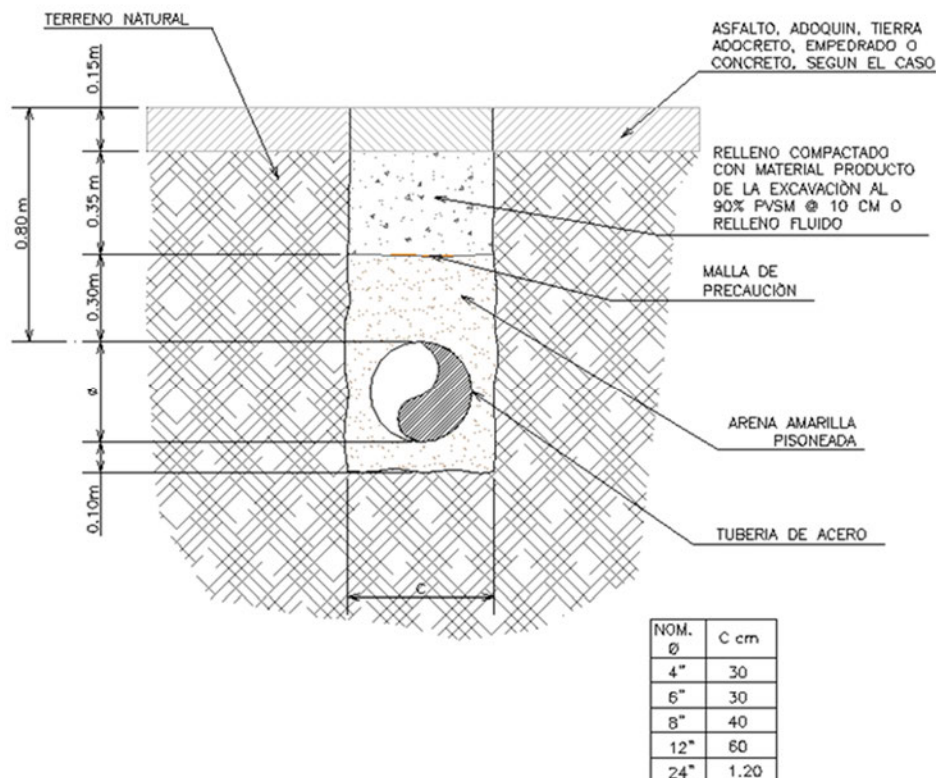


Figura I. 15. Colocación de tubería en zanja

Nota: Se considerarán solo los diámetros que apliquen al proyecto

Una vez alcanzada la altura anterior con el material debidamente compactado, se colocará una malla de advertencia, continuando con material producto de excavación, siempre y cuando este cumpla con las condiciones de limpieza, composición y consistencia adecuada para alcanzar una compactación similar a la encontrada en sitio; en caso de no ser posible lo anterior se utilizará relleno fluido con una dureza de 20 kg/cm². En cualquiera de los anteriores casos se rellenará hasta alcanzar una altura de 0.15 m antes del nivel de piso terminado (NPT) ya que este último espacio servirá para colocar el pavimento o concreto. Este será del mismo material que se retiró al momento de excavar, con una calidad similar a la encontrada.

El relleno de la zanja se debe realizar con material producto de la excavación o en su caso de algún banco de material autorizado, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos, así como piedras que por su tamaño impidan una adecuada compactación y residuos de pavimentos demolidos.

I.2.2.2.4 Compactación del relleno

Para la cama de tubería su compactación se debe realizar con su humedad óptima al 85% según norma ASTM D 1556 En relleno de zanja no estructural, debe estar formado por material producto de la excavación compactado al 95% PVSM, por lo que debe considerarse la prueba Proctor modificada

En caso de no usarse relleno fluido el grado de compactación del material empleado debe ser a no menos de 95% prueba Proctor para la última capa y no menos de 90% prueba Proctor para las capas previas. En el caso de pistas y vías de acceso en la parte superior de terreno se debe colocar una capa de afirmado granular compactada al 100% prueba Proctor modificada.

I.2.2.2.5 Rotura y reconstrucción de pavimentos y banquetas

La rotura de los pavimentos se debe efectuar, en lo posible, adoptando figuras geométricas regulares con ángulos rectos, evitando formar ángulos agudos. Los bordes deben ser lo más perpendicular posible a la superficie del pavimento y los cortes se deben efectuar con sierra diamantada de tipo esmeril angular manual, cortadora de piso motorizada o similar, en una profundidad suficiente para que, al aplicar el martillo rompedor, la línea de rotura del pavimento sea perfectamente recta.

Se debe cuidar que el trabajo de corte no afecte la resistencia del pavimento en buen estado y no utilizar en ningún caso, marros o herramientas similares, con excepción del perfilado de residuos de la rotura dejados por el martillo neumático.

El corte en las banquetas debe efectuarse tomando machuelos completos y siguiendo la línea de las uniones, teniendo especial cuidado de no afectar los paños adyacentes, los que en caso de quedar fracturados o comprometidos estructuralmente, deben eliminarse y reponerse por completo, los residuos provenientes de la rotura de pavimentos o banquetas deben ser retirados de la zona de trabajo el mismo día o antes de proceder a la excavación de la zanja, lo que resulte menor.

I.2.2.2.6 Señalamiento de tubería

La NOM-003-ASEA-2016 apartado 6.2, establece los siguientes puntos para la señalización del sistema de distribución en tubería enterrada:

6.2.1. Los señalamientos informativos, restrictivos y/o preventivos que se deben instalar en tuberías que operen a una Presión igual o mayor de 689kPa y ubicarse lo más cerca posible, en los casos siguientes: ambos lados del cruce de una carretera, camino público y ferrocarril; ambos lados del cruce aéreo, fluvial y otros cuerpos de agua; e instalaciones superficiales como Válvulas de seccionamiento, trampas de diablo, estaciones de recibo/entrega, Estaciones de regulación, Estaciones de regulación y medición, rectificadores de corriente, estaciones de odorización.



La distancia mínima entre cada señalamiento es de 1000 m para Clases de localización 1 y 2, 500 m para Clases de localización 3 y 100 m para Clases de localización 4.



El contenido mínimo de información en el señalamiento debe ser: El señalamiento debe contener alguna de las siguientes palabras: “Advertencia, cuidado, precaución”. Estas palabras deberán tener un alto de 25 por 6 mm de ancho y ser seguido de las frases; “tubería a presión bajo tierra, gas natural”; “no cavar, no golpear, no construir”. (Esta frase puede ir en letras o en símbolo). “En caso de emergencia, llamar a: Teléfono: 800-909-9999 y los señalamientos deberán ir en fondo color amarillo y letras color negro.



Se colocará cinta de señalización a 0.30 m sobre el lomo superior del tubo alojado en las zanjas, dicha cinta tendrá un ancho de .20 m para todos los tramos de tubería instalada. Estará impresa en su centro la leyenda “Peligro Gas Natural”.

I.2.2.2.7 Cruces Especiales

Se definen así a los cruces que se realizan mediante las técnicas de perforación direccional, hincado, adosamiento, cruces de río a cielo abierto y encamisados.

I.2.2.2.8 Cruces con perforación direccional

Cuando no sea posible realizar un cruce a zanja abierta y sea necesario realizar el cruce mediante la ejecución de perforación direccional, este se debe realizar en el subsuelo por debajo de un estrato de material estable, sin afectar el pavimento superficial o las instalaciones ubicadas en la superficie, a una profundidad segura que no afecte la estabilidad del terreno.

El Cruce Subterráneo del Gasoducto con Carreteras y Cuerpos de Agua (Ríos, Arroyos, o Canales) se realizará a una profundidad mayor a 2.00 m a partir del lecho bajo del Río o Arroyo y/o de la zona de rodamiento de la Carretera y hasta el lomo superior del Gasoducto.

El método Constructivo será el de Perforación Direccional con ventana de envío de 2.0 X 2.0m y ventana de recibo de 2.0 X 2.0m, las ventanas se realizarán por medios manuales o mecánicos según considere ENGIE Tractebel DGJ S.A. de C.V.

Para el caso del Cruce Subterráneo del Gasoducto con Ductos de Pemex o Acueductos se realizará a una separación mayor a 1.00 m a partir del lomo inferior del propio Acueducto y/o Ducto de Pemex y hasta el lomo superior del Gasoducto.

El método constructivo será por Excavación a Cielo Abierto, cuidando en todo momento la estabilidad de los taludes a desarrollar.

Por último, para el Cruce Subterráneo del Gasoducto con Vías de ffcc se realizará con una camisa de protección de acero de diámetro igual al diámetro del gasoducto conductor más 4" y será a una profundidad mayor a 2.00 m a partir del lecho bajo del durmiente y hasta el lomo superior de la Camisa de Protección.

El método Constructivo será el de Perforación Direccional con ventana de envío de 2.0 X 2.0m y ventana de recibo de 2.0 X 2.0m, las ventanas se realizarán por medios manuales o mecánicos según considere **ENGIE Tractebel DGJ S.A. de C.V.**

Debido a la infraestructura existente a lo largo de los Cruces, la empresa Contratista tendrá que contactar a las empresas involucradas para realizar recorridos de reconocimiento y en su caso calas o detección de las instalaciones subterráneas existentes para su verificación y ubicación, esto con la finalidad de no tener ningún incidente de afectación en el momento de la construcción.

1.2.2.2.9 Cruces adosados a puentes

Cuando sea necesario realizar el cruce adosado a un puente, dependiendo de la importancia del curso de agua o vialidad que se está cruzando, el tramo de gasoducto adosado debe contar con válvulas de seccionamiento antes y después del mismo. Además, deben instalarse juntas monolíticas lo más cercano posible al punto de salida de la tubería al exterior.

1.2.2.3 Preparación del sitio y construcción para Estaciones de Regulación y medición

Se iniciará con la limpieza del predio con la eliminación de residuos, pastos u otros materiales de carácter combustible dentro del predio de la estación, evitando así que cualquier peligro de incendio exterior pudiera propagarse al interior afectando las instalaciones

1.2.2.3.1 Ubicación y distancias mínimas

La ERM se debe instalar en un área adecuada para tal fin, de acuerdo con lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016 "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos":

- a) Ubicarse en lugares ventilados, en ambientes no corrosivos y protegidos contra daños causados por agentes externos (impacto de vehículos u objetos).
- b) Instalar a una distancia mayor de 3.00 m de cualquier fuente de ignición, algún material peligroso y de la vertical de alguna línea o subestación eléctricas existente en el lugar. En caso de no poder respetarse la distancia mínima de 3.00 m la estación debe protegerse con adaptaciones particulares; como por ejemplo muros de tabique y/o concreto.
- c) Estar alejada de lugares donde el gas pueda migrar al interior de viviendas y/o empresas, a una distancia mínima de un metro al lado de puertas y ventanas.
- d) Estar protegida contra el acceso de personas no autorizadas por medio de una caseta de tipo malla ciclónica, gabinete (este es suministrado comúnmente por el fabricante de la ERM a menos que se indique lo contrario) u obra civil (por ejemplo: muro de tabique o block) con ventilación cruzada cuando tengan techo y espacio suficiente para el mantenimiento de la estación.

Ser accesible desde la vía pública para poder realizar tareas de operación y mantenimiento.

- e) Estar aislada eléctricamente (Junta Monolítica o tipo arandela) de las tuberías de entrada y salida, si estas cuentan con protección catódica.
- f) Estar protegida con recubrimientos anticorrosivos adecuados al entorno.

En caso de no poder cumplir con estas disposiciones se deben proponer alternativas de solución y/o protecciones adicionales, las cuales deben ser aprobadas previamente antes de la ejecución de los trabajos de la ERM y/o de su colocación. Todo terreno para la instalación de la ERM debe quedar perfectamente nivelado.

I.2.2.3.2 Construcción del recinto para colocación de la ERM

Para la construcción del recinto y colocación de la ERM, se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Dalas y castillos de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con varillas del número 3 y estribos del número 2 a cada 15 cm, muros a base de tabique.
- b) Puertas de acceso a la ERM (ejemplo: puertas a base de ángulo y lámina de calibre No. 18, colocando ventilas en la parte inferior y superior de las puertas. Las ventilas de la parte inferior deben ser para la entrada del aire mientras que las ventilas de la parte superior se deben colocar invertidas con respecto a las de la parte inferior para la salida del aire).
- c) Dentro del recinto se debe alojar únicamente la ERM.
- d) El interior y exterior del recinto, debe tener un repellado con mortero 1:3 y pintado con pintura vinílica lavable para exteriores color blanco.

- e) En el caso de que el recinto del nicho no presente cargas vivas se puede colocar un panel W aplanado con mortero. En caso contrario o en casos especiales se puede colocar losa de concreto colado de manera monolítica con la trabe. Se debe prever un sistema de desagües pluviales mediante canaletas, las cuales deben terminar en una pileta de patio a nivel de piso. Desde la misma se debe instalar un conducto de desagüe que llevará el agua de lluvia hasta el drenaje.
- f) Si el nicho cuenta con iluminación esta debe ser del tipo antiexplosivo, se debe asegurar tener un nivel lumínico uniforme no inferior a 200 lux sobre los puentes de regulación y medición. El sistema debe estar construido para trabajar a 110 V.
- g) Los interruptores de la luz se deben ubicar junto a las puertas de acceso. Se deben proveer dentro del recinto como mínimo dos luminarias a prueba de explosión clase 1 división 1 grupo D con focos ahorradores de energía luz fluorescente de 40 W y una luminaria en el exterior sobre el portón de ingreso de iguales características que las internas.
- h) Los nichos que se instalen en zonas consideradas como de riesgo sísmico, deben ser contruidos según lo establece la respectiva norma nacional en vigencia y el proyecto debe ser avalado por un profesional del área correspondiente.
- i) Se debe considerar la instalación de una escalera marina al interior del nicho para un acceso seguro del personal al techo y este pueda realizar labores de mantenimiento, el diseño y construcción de éstas debe ser previamente revisado y aprobado por el área de Construcción y O&M.
- j) Siendo el caso de la instalación de Metering Set, este debe ser instalado en un nicho de protección a base de herrería de dimensiones adecuadas, y fijándolo adecuadamente dentro del mismo establecido en cada proyecto y/u órdenes de servicio.

1.2.2.4 Preparación del sitio y construcción para City Gate

El área destinada para estas obras en inicio deberá servir como depósito de materiales, herramientas y equipos que no puedan permanecer a la intemperie, tiene que ser mantenida limpia, ordenada, asimismo contemplar adecuada vigilancia para prevenir incidentes como robo o deterioro de los elementos almacenados. Los materiales y herramientas se tienen que acomodar y ubicar de tal modo que evite su deslizamiento o caída, los equipos como válvulas, accesorios, etc. se deben distribuir en lugares aptos para su manejo y deben incluir al menos un falso piso.

En la distribución debe tenerse en cuenta circulaciones vehiculares y peatonales, y deberán ser establecidas en los sitios de menor riesgo, dichas vías deberán estar perfectamente demarcadas y libres de obstáculos, asimismo, se tiene que indicar en forma inequívoca los caminos de evacuación en caso de peligro, así como todas las salidas normales de emergencia y punto de reunión.

Cada uno de los frentes de obra tiene que considerar como mínimo la siguiente señalización:

- a) De identificación de la Obra: Ubica uno o más carteles en los extremos y/o puntos de ingreso a un frente de obra con la información detallada en el Plano Tipo correspondiente. Esta debe contener como mínimo los nombres del DRO y de la contratista, los números telefónicos de la contratista. Estos carteles tienen que mantenerse en buen estado de limpieza y legibilidad en todo momento.
- b) De alerta y precaución para el tránsito: Se dispondrá con la suficiente y adecuada antelación carteles que indiquen hombres trabajando, calles cerradas, desvío de tránsito, carriles restringidos, velocidad máxima, etc.
- c) De identificación de las zanjas abiertas y de la zona de obras: Toda zanja o pozo abierto debe estar señalizado con conos, caramelos, balizas, o cualquier otro señalamiento de advertencia cumpliendo los siguientes lineamientos
- *Un señalamiento cada 5.00 m cuando en la zona de obras el tráfico sea de baja velocidad (10-15 km/h).*
 - *Un señalamiento cada 10.00 m cuando la zona de obras tenga tráfico de media velocidad (10-60 km/h).*
 - *Un señalamiento cada 15.00 m cuando la zona de obras tenga tráfico de alta velocidad (más de 60 km/h).*
 - *Entre cada señal debe ponerse una malla de delimitación y cinta de advertencia.*
 - *Si las obras continúan durante la noche, o las zanjas quedaran abiertas o semi-tapadas o faltara el pavimento y esto pudiera ocasionar algún incidente con peatones o vehículos, se deberá utilizar señalizaciones nocturnas se comprenderán luces antichispa. Por ningún motivo se debe señalar con elementos inflamables.*
 - *En el momento en que se inicia a instalar la señalización, así como en el caso que se realicen maniobras de equipos y/o vehículos, entrando o saliendo de la zona de obras, se deberá prever personal con banderolas de color llamativo alertando estos movimientos al tránsito de la zona.*
 - *La zona de trabajo y en especial las zanjas y pozos abiertos, deben estar correctamente señalizadas y cercadas, para evitar el ingreso de personas ajenas a la obra y especialmente para evitar caídas del personal al interior de zanjas y pozos abiertos.*
 - *Todas las excavaciones con más de 2.00 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar el riesgo de caídas en ellas.*
- d) De identificación de zonas de depósito, carga y descarga y estacionamiento: Es obligación designar las áreas de desechos o escombros de mínimo 2.20 x 1.10 m antes de iniciar los trabajos de rotura de pavimentos y/o excavación. Estas áreas deben estar delimitadas con color blanco y un lugar de fácil

acceso (de preferencia en esquinas de la obra). De igual manera se tiene que designar las áreas de carga y descarga de materiales de mínimo 2.20 x 1.10 m y las áreas de estacionamiento en batería.

El City Gate tiene que instalarse en un predio adecuado para tal fin, respetando las distancias mínimas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la NOM-007-ASEA-VIGENTE y/o NOM-ASEA-003-VIGENTE o la que la sustituya (según sea el caso).

El City Gate se instalará en sitio que cumplan con las condiciones siguientes:

- a) En lugares abiertos en ambiente no corrosivo y protegido contra daños causados por agentes externos, por ejemplo, impactos de vehículos y objetos, derrumbes.
- b) A una distancia mayor de 5 m de cualquier fuente de ignición (torres de alta tensión, subestaciones eléctricas).
- c) Estar protegido contra el acceso de personas no autorizadas.
- d) Espacio suficiente para el mantenimiento de la estación.
- e) Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquéllas en las que pudiera haber acumulamiento de Gases en caso de fuga
- f) Ubicarse fuera de derechos de vía de terceros
- g) El terreno donde sea ubicado el City Gate no debe estar cruzado por cables aéreos, eléctricos o telefónicos. Las instalaciones de superficie deben distanciarse convenientemente de las líneas eléctricas de alta tensión a fin de que la eventual caída de un conductor o columna no afecte a aquellas.
- h) No sobrepasar una distancia de 150 m del punto de interconexión del sistema de transporte a la válvula de salida del City Gate, sin considerar la distancia que corresponda al cruce de servidumbres de paso del sistema de transporte y otros derechos de vía y servidumbre de infraestructura

El predio donde se aloje el City Gate deberá estar bardeado a base de tabique o block con una altura mínima de 2.40 m, con castillos, dalas intermedias y cadenas de cerramientos, aplanados finos en muros interiores y exteriores. Sobre el muro y portón se debe colocar concertina tipo navaja de un diámetro mínimo de 16". Tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. Tanto el portón como la puerta deben abrir hacia afuera y contar con orejas para candado tipo phillips No. 14 gancho largo.

Se tiene que realizar en todo el perímetro exterior del terreno una banquetta de 1.00 m de ancho mínimo contando con una guarnición de 15 cm de ancho, compuesta por una losa de concreta resistencia $f'c=150\text{kg/cm}^2$ de 0.10 m de espesor y 0.03 m de alisado de cemento, la cual poseerá pendientes del 1% para el escurrimiento pluvial.

Los interruptores de la luz se deben ubicar junto a las puertas de acceso, asimismo se tiene que proveer dentro del recinto las luminarias necesarias aprueba de explosión clase 1 división 1 grupo D con focos ahorradores de energía luz LED y una luminaria en el exterior sobre el portón de ingreso de iguales características que las internas. Las instalaciones deben contar con iluminación eléctrica la cual asegurará un nivel lumínico uniforme no inferior a 200 lux medido en la zona de trabajo a 1.00 m de altura y 15 lux en el resto del predio y cerco perimetral.

Los recintos que se instalen en zonas consideradas como de riesgo sísmico, deben ser construidos según lo establezca la respectiva norma nacional en vigencia y su proyecto serán avalados por un profesional del área correspondiente.

El cuarto de control debe ser a base de tabique o block, con castillos, cadenas y losa de concreto, aplanados finos en muros interiores y exteriores, instalación eléctrica (iluminación y contactos) y puerta o acceso con estructura tipo portón para permitir el acceso adecuado a las instalaciones.

El arreglo mecánico y el sistema de odorización deben estar techados a base de estructura metálica y lamina. Tendrá una altura mínima de 2.50 m o la requerida de acuerdo con las dimensiones de los elementos mecánicos para su mantenimiento y una pendiente mínima para escurrimiento, orientada en sentido perpendicular a la tubería, salvo indicación de las ETP's.

Se llevarán a cabo actividades de despalme, zanjeo, preparado y nivelado, donde se construirá la losa de concreto armado sobre la cual se ubicará la obra mecánica, esta debe realizarse sobre una base de suelo – cemento o plantilla. El diseño debe ser determinado en base a los cálculos de la resistividad de la tierra y a las cargas que estarán sometidas en ese punto, el acero de refuerzo será de malla electrosoldada. El concreto debe tener una resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y la terminación con acabado escobillado. Se debe considerar pendientes del 2% para el escurrimiento pluvial y/o del agua correspondiente a los mantenimientos de limpieza, todas las aristas visibles deben ser redondeadas, también colocar juntas de dilatación cada 3.00 m. el acero de refuerzo necesario para soportar las cargas de los elementos.

En las zonas de intersección de la losa con las tuberías de entrada o salida se deberá dejar una abertura con el fin de que la losa no quede en contacto con la tubería. La losa tiene que ser de sección rectangular, debiendo quedar entre la losa y el tubo una separación 0.30 m como mínimo y la profundidad debe ser igual al peralte de la losa más la base y posteriormente rellena con material suelto (arena o grava o una mezcla de estas). En estos puntos (interfase suelo-aire) las tuberías deben ser protegidas mediante un recubrimiento anticorrosivo cumpliendo con las Especificaciones Técnicas Generales de Gasoductos de Acero y la DIG-ETG-04 "Especificación técnica general para la selección y aplicación de Sistemas Anticorrosivos", el cual debe contemplar la exposición a los rayos ultravioleta y de ser necesario, colocar una protección mecánica al recubrimiento anticorrosivo.

Desde el portón del cerco hasta la losa debe construirse un acceso (rampa) para vehículos de las siguientes características:

- *Sub-base: suelo cal 3% en peso, espesor 0. 20 m*

- *Base: suelo cemento 10% en peso, espesor 0.10 m*
- *Rasante: concreto H25 con malla tipo SIMA de 6 mm de 0.15 x 0.15 m, espesor 0.18 m*

El paquete estructural tiene que realizarse con suelo seleccionado, la compactación de este debe realizarse en capas de 0.15 m de espesor hasta alcanzar valores superiores al 95% Proctor, este porcentaje debe cotejarse mediante un ensayo de compactación realizado por un laboratorio acreditado ante EMA.

El resto del predio que no se encuentra ocupado por losas, se debe conformar de la siguiente forma:

- *Colocar 15cm de tepetate o equivalente, combinado con el 2% de cal (peso volumétrico) compactado al 95%.*
- *Colocar una malla geotextil (cuando se indique en las Especificaciones Particulares de Proyecto).*
- *Recubrir con una capa de 0.15 m de espesor de gravilla (tamaño de ½" – 1") o tezontle.*

Cuando el terreno, por las características del suelo que posea, requiera de un estabilizado, debe realizarse un paquete de las siguientes características:

- *Suelo seleccionado o suelo cal, espesor 0.20 m*
- *Suelo seleccionado, espesor 0.15 m*
- *Suelo vegetal, espesor 0.15*

I.3 Hojas de seguridad

Este apartado contempla las características físico-químicas de las sustancias utilizadas para el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, siendo la única y motivo del presente análisis de riesgos el Gas Natural.

Las principales características del gas natural son:

- 1) Que no es una sustancia tóxica, es una sustancia asfixiante, e inflamable.
- 2) Su densidad y composición hace que sea volátil y de fácil dispersión.
- 3) Sus rangos de inflamabilidad son entre 4.5% y 14.5 %.
- 4) Identificación del peligro o peligros de acuerdo con su hoja de seguridad

Tabla I. 17. Identificación de peligros de gas natural

Peligros	Clasificación SAC	Indicación de peligro
Físicos	Gas inflamable, categoría 1ª Gases a presión, categoría gas comprimido	H220 Gas extremadamente inflamable H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta
Para la salud	Corrosión/Irritación cutánea, categoría 2 Lesiones oculares graves/Irritación ocular, categoría 2A	H315 Provoca irritación cutánea H319 Provoca Irritación ocular grave Nota: las indicaciones de peligro para la salud fueron tomadas de ECHA, 2018.
Para el medio ambiente	No aplica	No aplica
Pictograma		

La Hoja de seguridad del gas natural se encuentra en el **Anexo 1.1**

1.3.1 Identificación de las sustancias peligrosas manejadas en el proyecto

El gas natural, se encuentra identificado como sustancia pura llamada metano en el segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado por el Diario Oficial de la Federación el 30 de abril de 1992, y que se refiere a sustancias inflamables y explosivas, en una cantidad de reporte a partir de 500 kg. El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** distribuye gas natural en una cantidad superior a 500 kg y por tanto es considerada una Actividad Altamente Riesgosa, a continuación se presentan sus especificaciones.

Tabla I. 18. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto

Nombre	Cantidad máx. almacenada (m ³ /h)	Contenedor	S	I	R	CAS	LII (%)	LSI (%)	Flash Point (°C)	2° LAAR (kg)
Gas natural	No se almacena el flujo máx. 28,149 m ³ /hr	Ductos de AC 8", 4", 2" de diámetro	1	4	0	8006-14-2	4.5	14.5	-222	500

1.4 Condiciones de Operación

1.4.1 Operación

A continuación, se presentan las condiciones de operación que incluye, flujo, temperaturas y presiones de City Gate, Ductos, Estaciones de regulación y medición (ERM).

Tabla I. 19. Condiciones de Operación de City Gate SLP-1

Obra	Flujo (m ³ /hr)	Presión máx. diseño (bar)	Presión entrada máx. (bar)	Presión salida máx. (bar)	Temperatura (°C)
City Gate SLP-1	28,149	93.2	84	21	15-35

Tabla I. 20. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM)

Obra	Cliente	Flujo (m ³ /hr)	Temperatura (°C)	Cond. Operación		
				Presión máx diseño (bar)	Presión máx. entrada (bar)	Presión salida (bar)
1.ERM	Valeo Transmisiones	1460	15-35	46.6	21	4
2.ERM	Atco	4550	15-35	46.6	21	4
3.ERM	Midori	1460	15-35	46.6	21	4
4.ERM	Filtran	935	15-35	46.6	21	4

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí

Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

Obra	Cliente	Flujo (m³/hr)	Temperatura (°C)	Cond. Operación		
				Presión máx. diseño (bar)	Presión máx. entrada (bar)	Presión salida (bar)
5.ERM	Ryder Brownfield	584	15-35	46.6	21	4
6.ERM	Kraem	584	15-35	46.6	21	4
7.ERM	Cliente Potencial 18	584	15-35	46.6	21	4
8.ERM	Ryder SLP	935	15-35	46.6	21	4
9.ERM	Linc	584	15-35	46.6	21	4
10.ERM	Posco	584	15-35	46.6	21	4
11.ERM	Taxan	935	15-35	46.6	21	4
12.ERM	AAP	935	15-35	46.6	21	4
13.ERM	Bend All	935	15-35	46.6	21	4
14.ERM	Cliente Potencial 3	935	15-35	46.6	21	4
15.ERM	Cliente Potencial 19	935	15-35	46.6	21	4
16.ERM	Metal Technologies	584	15-35	46.6	21	4
17.ERM	Penske	935	15-35	46.6	21	4
18.ERM	Cliente Potencial 11	935	15-35	46.6	21	4
19.ERM	Hyunnam	1460	15-35	46.6	21	4
20.ERM	Nitta Moore	1460	15-35	46.6	21	4
21.ERM	GM Cubimsa SLP	2336	15-35	46.6	21	4
22.ERM	Bartlett	584	15-35	46.6	21	4
23.ERM	BD	584	15-35	46.6	21	4
24.ERM	Cliente Potencial 57	2336	15-35	46.6	21	4
25.ERM	L'oreal México	935	15-35	46.6	21	4
26.ERM	Protans	2336	15-35	46.6	21	4
27.ERM	Edscha	935	15-35	46.6	21	4
28.ERM	Cliente Potencial 38	935	15-35	46.6	21	4
29.ERM	JNM De México SLP	1460	15-35	46.6	21	4
30.ERM	MSSL	935	15-35	46.6	21	4
31.ERM	Cliente Potencial 24	1460	15-35	46.6	21	4
32.ERM	Vuteq	2336	15-35	46.6	21	4
33.ERM	Servicios de Agua	2336	15-35	46.6	21	4
34.ERM	Ibiden	1460	15-35	46.6	21	4
35.ERM	Caterpillar	1460	15-35	46.6	21	4
36.ERM	KHC	1460	15-35	46.6	21	4
37.ERM	Dowa	935	15-35	46.6	21	4
38.ERM	MK Tron	1460	15-35	46.6	21	4
39.ERM	BEM	1460	15-35	46.6	21	4
40.ERM	Faurecia	935	15-35	46.6	21	4
41.ERM	Fuji Alconix	1460	15-35	46.6	21	4

Obra	Cliente	Flujo (m³/hr)	Temperatura (°C)	Cond. Operación		
				Presión máx diseño (bar)	Presión máx. entrada (bar)	Presión salida (bar)
42.ERM	Plastic Omnium	2336	15-35	46.6	21	4
43.ERM	Surtec & Suzuki	1460	15-35	46.6	21	4
44.ERM	FCC	1460	15-35	46.6	21	4
45.ERM	Perfileto Aluminium	935	15-35	46.6	21	4
46.ERM	Gis Power	2336	15-35	46.6	21	4
47.ERM	GAIA	1460	15-35	46.6	21	4
48.ERM	Ronal Group	1460	15-35	46.6	21	4
49.ERM	Chronos	1460	15-35	46.6	21	4
50.ERM	AGC Automotive	2336	15-35	46.6	21	4
51.ERM	Topy Fasteners	1460	15-35	46.6	21	4
52.ERM	Vesta	1460	15-35	46.6	21	4
53.ERM	Magna I	1460	15-35	46.6	21	4
54.ERM	Martin Rea	1460	15-35	46.6	21	4
55.ERM	Magna II	1460	15-35	46.6	21	4
56.ERM	Hirotec México	935	15-35	46.6	21	4
57.ERM	Motherson	1460	15-35	46.6	21	4

Tabla I. 21. Condiciones de operación de Ductos

Concepto		Longitud (m)	Presión de operación (bar)	Temperatura (°C)
Acero al Carbón (AC)	Ducto 8"	25,102.86	21	15-35
	Ducto 4"	22,392.85	21	15-35
	Ducto 2"	571.18	21	15-35

Los flujos de cada segmento de ductos se muestran en el siguiente diagrama unifilar donde se puede apreciar las trayectorias, ERM y City Gate, es decir el sistema que compone el Proyecto **Bajío – San Luis Potosí**. Ver **Anexo 1.2** Diagrama Unifilar para mayor referencia.

Tabla I. 22. Diagrama Unifilar de Proyecto Bajío-San Luis Potosí

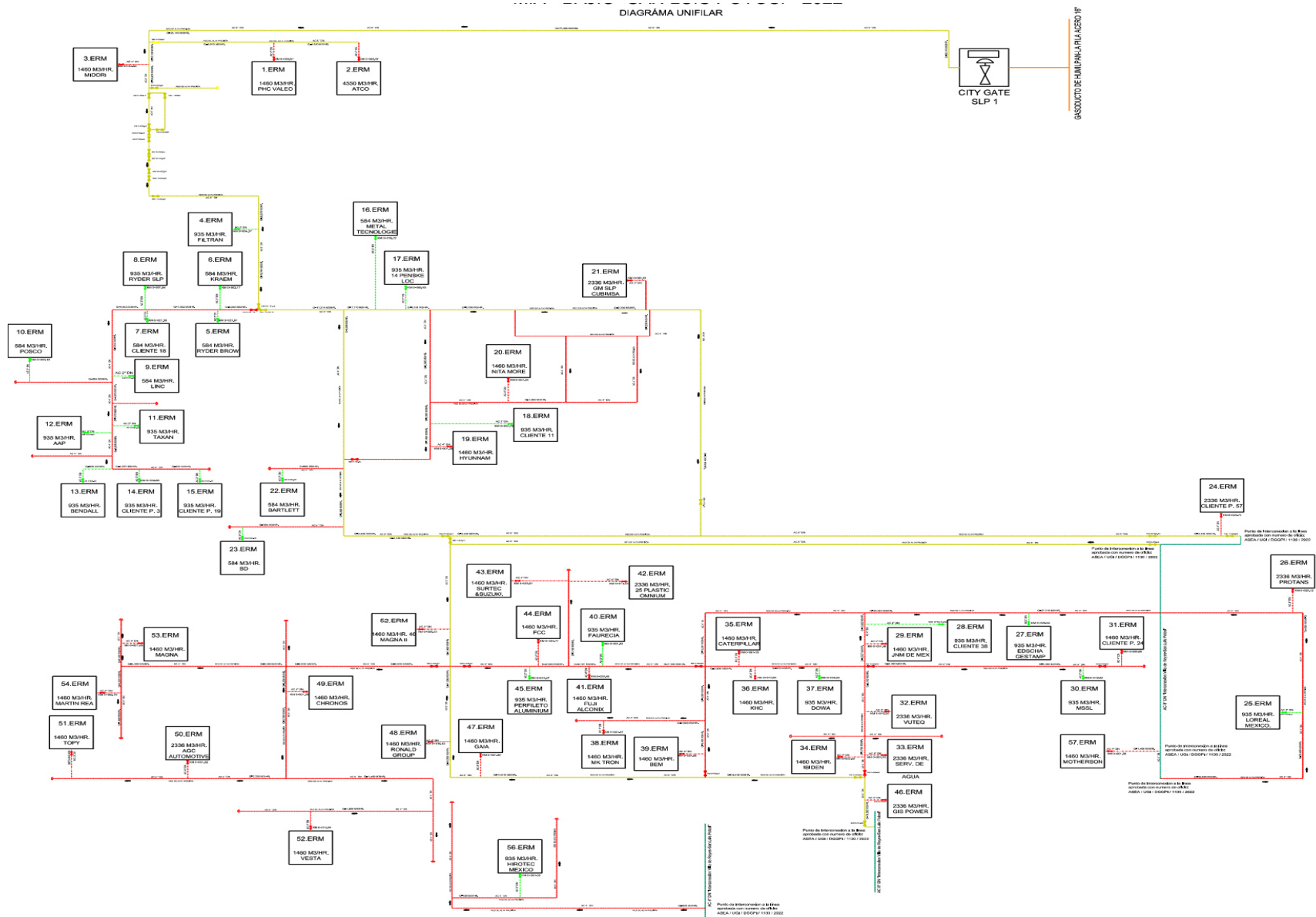


Tabla I. 23. Condiciones de operación de los Puntos de Interconexión

Obra	Presión de interconexión (bar)
Punto de interconexión 1	21
Punto de interconexión 2	21
Punto de interconexión 3	21
Punto de interconexión 4	21
Punto de interconexión 5	21
Punto de interconexión 6	21

I.4.1.1 Listados de Diagramas de tubería e instrumentación

ENGIE cuenta con especificaciones técnicas generales para el diseño, construcción, comisionamiento y puesta en operación de City Gate y Estaciones de Regulación y Medición (ERM), para ser ejecutadas por empresas especializadas en este tipo de proyectos. Estos lineamientos se establecen asegurando el cumplimiento normativo vigente aplicable, los propios lineamientos de ENGIE y las prácticas nacionales e internacionales de la industria de los hidrocarburos y; por tanto, y a través de los años de experiencia, se han llegado a consolidar modelos tipos de infraestructura que garantizan los requisitos establecidos; siendo estos modelos plasmados en Diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) homogéneos con algunas diferencias principalmente en tipos-modelos de medidores de flujo. A continuación se muestra la lista de los DTI's correspondientes a la infraestructura proyectada.

Tabla I. 24. Listado de Diagramas de tubería e instrumentación

Obra	Cliente	DTI
City Gate SLP-1		A-401-SAN LUIS POTOSI
1.ERM	Valeo Transmisiones	RMD-21-4-160-RC-CG
2.ERM	Atco	ERM-6-6-G1000-21-4-BAR-LD-CC-SG
3.ERM	Midori	RMD-21-4-160-RC-CG
4.ERM	Filtran	RMD-21-4-100-RC-CG
5.ERM	Ryder Brownfield	RMD-21-4-65-RC-CG
6.ERM	Kraem	RMD-21-4-65-RC-CG
7.ERM	Cliente Potencial 18	RMD-21-4-65-RC-CG
8.ERM	Ryder SLP	RMD-21-4-100-RC-CG
9.ERM	Linc	RMD-21-4-65-RC-CG
10.ERM	Posco	RMD-21-4-65-RC-CG
11.ERM	Taxan	RMD-21-4-100-RC-CG
12.ERM	AAP	RMD-21-4-100-RC-CG
13.ERM	Bend All	RMD-21-4-100-RC-CG
14.ERM	Cliente Potencial 3	RMD-21-4-100-RC-CG
15.ERM	Cliente Potencial 19	RMD-21-4-100-RC-CG
16.ERM	Metal Technologies	RMD-21-4-65-RC-CG
17.ERM	Penske	RMD-21-4-100-RC-CG
18.ERM	Cliente Potencial 11	RMD-21-4-100-RC-CG
19.ERM	Hyunnam	RMD-21-4-160-RC-CG
20.ERM	Nitta Moore	RMD-21-4-160-RC-CG

Obra	Cliente	DTI
21.ERM	GM Cubimsa SLP	RMD-21-4-250-RC-CG
22.ERM	Bartlett	RMD-21-4-65-RC-CG
23.ERM	BD	RMD-21-4-65-RC-CG
24.ERM	Cliente Potencial 57	RMD-21-4-250-RC-CG
25.ERM	L'oreal México	RMD-21-4-100-RC-CG
26.ERM	Protans	RMD-21-4-250-RC-CG
27.ERM	Edscha	RMD-21-4-100-RC-CG
28.ERM	Cliente Potencial 38	RMD-21-4-100-RC-CG
29.ERM	JNM De México SLP	RMD-21-4-160-RC-CG
30.ERM	MSSL	RMD-21-4-100-RC-CG
31.ERM	Cliente Potencial 24	RMD-21-4-160-RC-CG
32.ERM	Vuteq	RMD-21-4-250-RC-CG
33.ERM	Servicios de Agua	RMD-21-4-250-RC-CG
34.ERM	Ibiden	RMD-21-4-160-RC-CG
35.ERM	Caterpillar	RMD-21-4-160-RC-CG
36.ERM	KHC	RMD-21-4-160-RC-CG
37.ERM	Dowa	RMD-21-4-100-RC-CG
38.ERM	MK Tron	RMD-21-4-160-RC-CG
39.ERM	BEM	RMD-21-4-160-RC-CG
40.ERM	Faurecia	RMD-21-4-100-RC-CG
41.ERM	Fuji Alconix	RMD-21-4-160-RC-CG
42.ERM	Plastic Omnium	RMD-21-4-250-RC-CG
43.ERM	Surtec & Suzuki	RMD-21-4-160-RC-CG
44.ERM	FCC	RMD-21-4-160-RC-CG
45.ERM	Perfileto Aluminium	RMD-21-4-100-RC-CG
46.ERM	Gis Power	RMD-21-4-250-RC-CG
47.ERM	GAIA	RMD-21-4-160-RC-CG
48.ERM	Ronal Group	RMD-21-4-160-RC-CG
49.ERM	Chronos	RMD-21-4-160-RC-CG
50.ERM	AGC Automotive	RMD-21-4-250-RC-CG
51.ERM	Topy Fasteners	RMD-21-4-160-RC-CG
52.ERM	Vesta	RMD-21-4-160-RC-CG
53.ERM	Magna I	RMD-21-4-160-RC-CG
54.ERM	Martin Rea	RMD-21-4-160-RC-CG
55.ERM	Magna II	RMD-21-4-160-RC-CG
56.ERM	Hirotec México	RMD-21-4-100-RC-CG
57.ERM	Motherson	RMD-21-4-160-RC-CG
Ductos de 8", 4", 2" AC		MIA BAJÍO-SAN LUIS POTOSI-2022 Plano general

En el **Anexo 1.3** del ERA se encuentran los DTI's del City Gate SLP1, de las Estaciones de Regulación Medición listadas (ERM), Plano general de Proyecto y cuadrantes correspondientes para mayor apreciación en versión electrónica.

En el **Anexo 2.3** de la MIA Regional, se muestra plano donde se observa el total de red; así mismo, en la versión electrónica se adjunta archivo Kml correspondiente.

I.4.2 Pruebas de verificación

I.4.2.1.1 Pruebas de hermeticidad a tuberías de acero

De acuerdo con el apartado 6.9.5.1. de la norma, todas las líneas construidas deberán ser sometidas a las pruebas de hermeticidad correspondiente. Las pruebas de la nueva ampliación de red se harán siguiendo el siguiente esquema aplicable, de acuerdo con las normas vigentes NOM-003-ASEA-2016.

Para la prueba de hermeticidad deberá efectuarse con agua a una presión 1.5 veces la Máxima Presión de Operación (MPOP = 21 bar), es decir, 1.5X21 bar, esto es 31.5 bar, durante 24 horas continuas.

Consideraciones

Para efectuar las pruebas de hermeticidad final, se deberá utilizar exclusivamente agua.

Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba.

La temperatura del material no deberá superar los 30° C.

Esta prueba será registrada en el termomanómetro o un registrador

La tubería será llevada a una presión igual a 31.5 bar de presión.

Como mínimo dejar transcurrir 2 horas como periodo de estabilización antes de iniciar el registro.

La duración de la prueba será de 24 horas controlada con manómetro y termógrafo registrador.

Generales

Se debe llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas. El registro debe ser firmado por el personal responsable de la misma. El registro debe indicar el fluido de prueba, la presión inicial y final de la prueba, la escala de la gráfica cuando se utilice, hora y fecha en que se realizó la prueba, material, el diámetro y la longitud del tramo o Sistema de distribución probado. Anexar al registro el plano o esquema del sistema probado.

La prueba será satisfactoria si la lectura de presión manométrica en la tubería es igual al inicio y final del periodo de prueba. Se deberá considerar que la temperatura pudiera bajar unos grados debido a un registro de baja de temperatura, el cual deberá ser considerado de acuerdo con la gráfica de lectura del termógrafo instalado o los cálculos matemáticos correspondientes.

Cuando la prueba de hermeticidad haya sido satisfactoria, se procederá a despresurizar la red hasta dejar la presión manométrica a 1 bar. En estas condiciones se entregará al departamento de Operación y Mantenimiento para la puesta en servicio. Si la nueva ampliación de red no puede ser puesta en operación inmediatamente después de la prueba, se dejará presurizada con aire a 1 bar, presión que se verificará nuevamente inmediatamente antes de poner en servicio, y no deberá presentar variación. De no ser así se tendrá que definir la causa de la variación de presión, en caso de ser necesario reparar la afectación y realizar nuevamente la prueba.

I.5 Procedimientos y medidas de seguridad

I.5.1 Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso

Se debe realizar la siguiente secuencia de acciones y los requisitos mínimos obligatorios que deben ser cumplidos para realizar de forma segura la apertura y cierre de líneas y equipos de proceso, con el propósito de prevenir la ocurrencia de incidentes por la liberación inesperada de energía o de materiales y sustancias químicas peligrosas durante la ejecución de estos trabajos.

1. Tomar lecturas para la cuantificación del venteo de hidrocarburo.
2. Verificar el correcto bloqueo de cada una de las fuentes de energía peligrosa que entran y que salen de la línea o equipo de proceso que se pretende abrir; para realizar esta actividad. Debe verificar que los dispositivos de aislamiento (válvulas de bloqueo, TAPs y/o figura.I.16) se encuentran debidamente posicionados en su opción “fuera de operación” y debe colocar su candado de seguridad y su tarjeta de aviso, aguas arriba y abajo del segmento a intervenir.
3. Colocar barreras de seguridad, se debe estimar el área de riesgo que potencialmente puede verse afectada por la salida inesperada de fluidos al momento de la apertura, el área a delimitar y las características de la barrera de seguridad se deben de acordar en el análisis de seguridad. El personal que requiera mascarillas de equipos de aire de respiración autónomo o mascarillas de respiradores contra gases tóxicos debe mantener la barba afeitada para posibilitar el ajuste y sellado, en la prueba de ajuste y en su uso subsecuente.
4. Abrir la válvula de venteo de forma lenta (10%/30s) para despresurizar la zona intervenir.

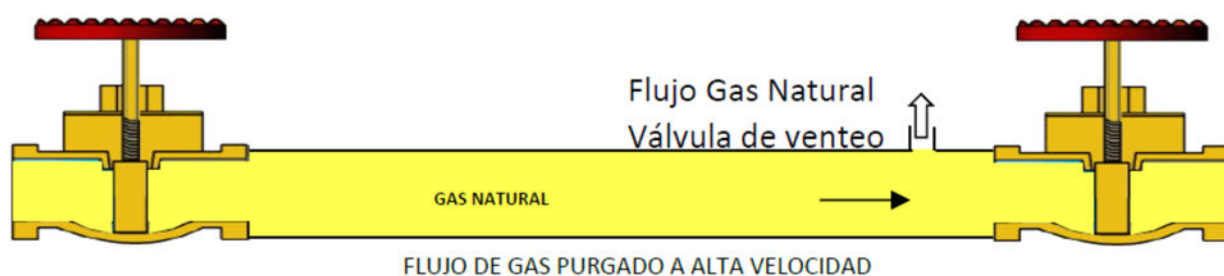


Figura I. 16. Apertura y cierre de líneas

5. Se debe verificar que el manómetro no indica la presencia de presión al interior de la línea o equipo por abrir y debe verificar que no sale producto por las purgas o venteos del mismo. En ausencia de manómetro se instala de manera provisional para el monitoreo de la presión. Si las condiciones de seguridad difieren de las esperadas (ejemplo válvula de purga atorada, válvulas de bloqueo que se pasan, tubería que no puede ser drenada) la actividad de apertura debe ser suspendida reevaluando la situación.
6. Considerar el uso de bridas ciegas o figuras “8” para controlar la hermeticidad de las válvulas que se operen para el bloqueo y despresurización de tramos.

7. Cuando la apertura de líneas o equipos que por sus características físicoquímicas puedan contener sedimentos de materiales pirofóricos, el personal ejecutor debe tener presente la posibilidad de que dichos sedimentos se incendien al contacto con el aire; en estos casos, se recomienda mantener húmedos los sedimentos y al personal ejecutor (con una niebla de agua)
8. Se considera apertura de línea al iniciar por aflojar los espárragos más alejados respecto de su ubicación y posición. Desde el inicio hasta el término de la actividad debe portar su equipo de protección personal específico, ubicarse a favor del viento, a la mayor distancia posible y posicionarse de manera que en caso de salida de producto no sea impactado por éste.
9. Manejo y drenado de sustancias químicas y materiales peligrosos.
 - Durante el drenado de sustancias químicas y materiales peligrosas en la apertura y cierre de líneas y equipos, se debe contar con recipientes de capacidad suficiente para contener el producto que pueda salir.
 - El personal debe utilizar la Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias (HDSS) respectiva para el tratamiento de la sustancia.
 - Las sustancias químicas peligrosas recolectadas durante las actividades de apertura y cierre de líneas y equipos se deberán manejar como residuos peligrosos de acuerdo a sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico Infeccioso).
10. Una vez intervenido el equipo o segmento de tubería, al unir los elementos desacoplados se debe colocar un nuevo empaque de la especificación establecida en la información de diseño actualizada de la línea y/o equipo. Se deben limpiar las caras realzadas de las bridas y colocar espárragos que cumplan las especificaciones establecidas en la información de diseño.
11. El apriete de espárragos se debe realizar con la herramienta hidráulica o neumática apropiada al torque recomendado para sus dimensiones, conforme al código ASME PCC-1-2010. Como se muestra en la siguiente figura.

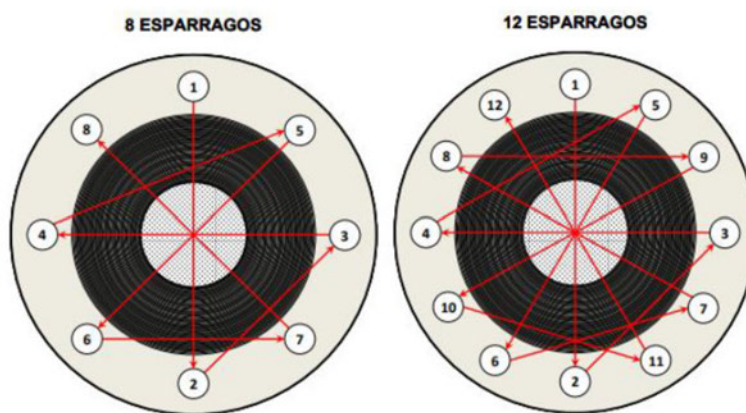


Figura I. 17. Apriete de espárragos

12. Se realizará el purgado del aire e inertizado mediante el uso de cualquiera de las dos técnicas

- a) La técnica de desplazamiento directo que como su nombre lo indica, se basa en la sustitución directa y rápida del aire por Nitrógeno, detener hasta que se logre un registro del 3% del volumen de oxígeno



Figura I. 18. Purgado de tuberías por el método de desplazamiento directo

- b) La técnica de dilución, el cual se basa en la inyección de gas a las tuberías o equipos a purgar, presurizando el sistema y formando mezclas. Una vez que el sistema se encuentre presurizando la inyección de gas se detiene y se mantiene abierto el venteo permitiendo el desalojo del aire y de la mezcla en este caso aire-nitrógeno. La corriente de venteo es monitoreada constantemente, verificando la concentración de fluido, repitiendo la operación hasta obtener el registro de 3% volumen de oxígeno.

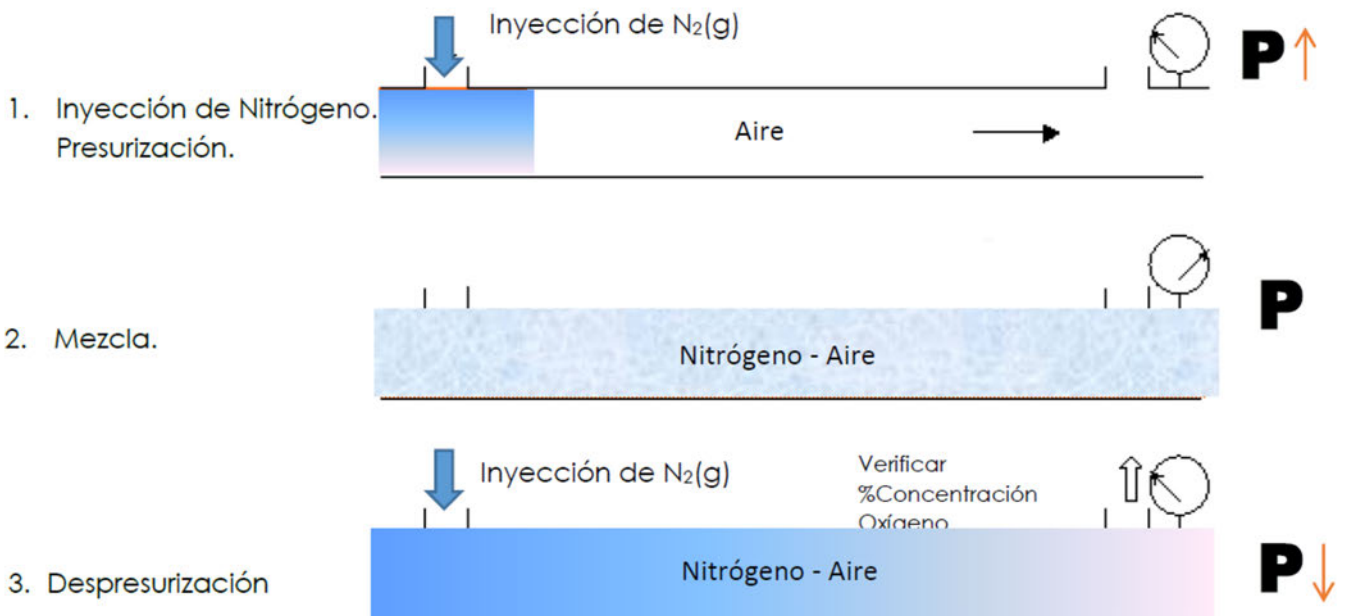


Figura I. 19. Purgado de tuberías por el método de purgado por dilución

13. Verificar en cada unión bridada que no existan fugas, de lo contrario despresurizar y hasta no haber eliminado la fuga continuar con el proceso.
14. Se procede a la habilitación del ramal del sistema de filtración, regulación, medición o tramos rectos de tubería intervenido. El personal de mantenimiento debe retirar los candados y tarjetas personalizadas colocados en los puntos de bloqueo.
15. Se ejecuta una primera apertura de la válvula de bloqueo permitiendo el ingreso de gas natural al tramo intervenido arrastrando el empaque de nitrógeno hacia el punto de venteo cuando el registro LEL sea de 100% se cerrará la válvula de venteo.
16. Previo al arranque de la línea y/o equipo el personal técnico deberá realizar una revisión física del área, venteos y purgas cerrado, válvulas bloqueadas y/o abiertas según corresponda.

I.5.2 Programa de mantenimiento gasoductos

Cada Regional perteneciente a ENGIE México establece un Programa de Mantenimiento Anual, mismo que es revisado y autorizado por el Gerente de O&M o Gerente Técnico, que incluye los mantenimientos preventivos a las instalaciones del Sistema de Distribución, en este apartado se describe lo concerniente a gasoductos. El Programa de Mantenimiento Anual contempla los siguientes planes de trabajo:

Tabla I. 25. Programa de mantenimiento de ductos

Plan de Trabajo	Frecuencia
Gasoductos	
Patrullaje o Celaje de Ductos	Mensual
Detección Sistemática de Fugas	Anual
Mantenimiento, Limpieza y Pintura de Válvulas y Registros	Semestral
Plan de Prevención de Daños	Permanente
Control de Señalización	Semestral
Reclasificación de Clase de Trazado de Gasoductos en Servicio.	Anual

I.5.3 Frecuencia de patrullaje

La frecuencia de los patrullajes de la Red Principal y de la Red de Media Presión está determinada por la severidad de las condiciones que pudieran causar fallas o fugas y un peligro potencial para la seguridad pública. Teniendo en cuenta estos factores, ENGIE MÉXICO adopta en principio el siguiente criterio: la totalidad de las líneas se patrullan.

- *En vehículo, una vez por mes;*
- *A pie, una vez por año (junto con la Detección Sistemática de Fugas)*

El programa de patrullaje se lleva a cabo conjuntamente con otros tipos de inspecciones programadas tales como:

- *Detección Sistemática de Fugas.*
- *Monitoreo de Protección Catódica.*
- *Patrullaje de Válvulas.*

Previo al inicio del recorrido: El Jefe de Ductos o Jefe de O&M entregará al Técnico que realizará las funciones de patrullaje, copias de la Orden de Trabajo correspondientes, con la documentación indicada en la misma: planos de las líneas a patrullar y el listado con el recorrido programado donde se detallan los puntos claves a inspeccionar (cruces de calles y vías férreas, pasos aéreos, instalaciones, señales, cambios de trazado, válvulas de bloqueo, etc.) y copia en blanco de los siguientes formatos:

- *Formato DISTRIBUCIÓN-MAN-PR-01-FO01 "Patrullaje de Gasoductos".*

El Técnico que realiza las funciones de patrullaje esta alerta en la detección de anomalías tales como: • Hundimiento, derrumbe y erosión de zanjas.

- *Instalaciones dañadas o vulnerables a daños.*

I.5.4 Detección Sistemática de fugas

El Técnico de Detección de Fuga debe inspeccionar tanto la tubería principal como los ramales hasta llegar a los registros de válvulas de servicio ubicadas sobre el límite de propiedad de cada cliente, donde se realizará un muestreo de la atmósfera interna empleando el equipo de indicador de gas combustible (IGC).

El Técnico de Detección de Fuga podrá realizar su recorrido y donde sea posible con el vehículo equipado con el IGC del tipo OMD a una velocidad máxima de 20 km/hr o a pie a un ritmo lo suficientemente lento ($\leq 1,5$ km /h) teniendo en cuenta la velocidad de respuesta del equipo, como para permitirle que le indique la presencia de una atmósfera aire - gas. En su recorrido, está alerta con respecto a las condiciones del sistema de distribución y servicios en general, para informar sobre toda condición que afecte la segura operación del sistema. Mientras camina, el Técnico de Detección de Fuga verifica además la presencia de gas en las fuentes de venteo cercanas a la tubería principal o servicio, como ser:

- *En grietas del pavimento y aceras;*
- *En registros o accesos a sistemas de gas, electricidad, teléfonos, agua y desagües.*
- *En indicaciones de vegetación marchita o que se está marchitando;*
- *En otros lugares que ofrezcan la oportunidad de hallar gas venteando.*
- *En cada válvula enterrada y/o derivaciones con accesorios.*

I.5.5 Mantenimiento

Durante el recorrido mensual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje sólo se limita a verificar la ubicación, correcta visibilidad de las señales y la existencia de cualquier anomalía.

Durante el recorrido anual de inspección, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje verifica el estado de cada una de las señales indicadas en la Orden de Trabajo, controlando el estado de la pintura.

De ser necesario trabajos de mantenimiento detectados en el recorrido anual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje lo dejará asentado en la Orden de Trabajo, para luego actualizar la base de datos del sector. En la Orden de Trabajo, indicará el código de falla correspondiente.

Para aquella señalización que requiera reparación y mantenimiento, el plazo máximo para su acondicionamiento no superará los 6 meses.

En los recorridos de patrullaje o de detección sistemática de fugas, podrán identificarse puntos donde las condiciones externas hagan necesaria y conveniente la instalación de nueva señalización o de señalización adicional. Esto se registrará como un código de falla y deberá ser implementado con la celeridad que determine el caso.

A continuación, se detallan en lo general las precauciones a tomar para la ejecución de los trabajos de mantenimiento en estaciones de regulación y medición de presión. Para más detalle referenciarse al Instructivo “Trabajos en Espacios Confinados”, vigente.

- *Debe alejarse del área toda fuente posible de ignición tales como cigarrillos, sopletes, motores encendidos, etc., excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo.*
- *El Técnico se asegura de la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar.*
- *Dentro de los registros o recintos deben utilizarse linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad.*

I.5.6 Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas.

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El jefe de Ductos/Jefe O&M entregará al Técnico copia de la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los formularios o formatos que correspondan.

El jefe de Ductos/jefe de O&M verificará que el técnico disponga de todos los elementos requeridos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, y que estos se encuentran en condiciones de ser utilizados. En particular, se verificará en algunos días de forma

aleatoria que el Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente de acuerdo con el procedimiento específico descrito en el manual de operación/instrucciones provisto por el fabricante.

Se deberá verificar que el técnico cuenta con lentes, casco, ropa de algodón, botas con punta de poliamida (dieléctricos), tapones auditivos, mascarillas y guantes y todo el equipo de protección personal necesario para sus actividades.

En el caso de requerir un mantenimiento para localizar, reubicar, reparación para eliminar fuga o realizar cualquier otro trabajo que requiera excavación y mayor presencia de personal de ser necesario, se deberá coordinar previamente con el personal de la empresa contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos.

Además, se deberá verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

Al tener todas las válvulas dentro de las llamadas “chimeneas”, “botas”, extensiones plásticas, no tenemos

Riesgo de trabajar en espacio confinados, en caso contrario deberán ser marcados y registrados en el listado de control que tiene cada regional sobre cada punto y seguir las indicaciones en el Instructivo TECNICA-M-PR-01-IN02* “Trabajos en Espacios confinados subterráneos”.

Tareas del Inspector o Técnico

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El Inspector o Técnico tendrá que contar con la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los siguientes formatos:

Formato “Mantenimiento de Válvulas de Acero” , para registrar el trabajo realizado.

Se verificará que cuente con todo su EPP necesario para la actividad, así como con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos a cuáles corresponda, de deberá disponer de sus certificados de calidad.

Además, se debe verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

En campo

En el exterior del registro/bota de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura (donde aplique).*

- *Verificación de los elementos de protección (donde aplique).*
- *Verificar con el IGC que no exista presencia de metano, en caso contrario deberá notificar a su jefe*

Inmediato para programar la reparación dependiendo de la concentración registrada.

- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original. Preferentemente ubicar con coordenadas geográficas para una mejor localización a futuro.*
- *Los inspectores llevarán junto a la orden de trabajo el formato.*
- *Verificará el estado del acceso plástico, siempre deberá ser aspirado.*
- *La válvula deberá ser operada 1/8 de vuelta y regresada a su posición original,*
- *DISTRIBUCIÓN-MAN-PR-02-FO01 “Mantenimiento de Válvulas de acero”.*

Los trabajos de mantenimiento anual de válvulas de emergencia podrán ser realizados en conjunto con el programa de detección sistemática de fugas de la línea o bien de manera independiente y los mismos consistirá en:

En el interior del registro de válvula:

- *Prueba de cierre de las válvulas.*
- *Verificar no tener presencia de metano con IGC.*

En el exterior del registro de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura.*
- *Verificación de los elementos de protección.*
- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original.*

I.5.7 Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición

El programa de mantenimiento a ejecutar de los distintos subsistemas que comprende una ERM se desarrolla con un protocolo de verificación e inspección dividido en cuatro planes de mantenimiento acorde a su frecuencia para corroborar los valores óptimos de operación, estado de las instalaciones y equipos los cuales deben encontrarse en los rangos óptimos de operación, si no fuese el escenario permite determinar las posibles causas de una desviación, los pasos para evitar las desviaciones y tomar las acciones correctivas para mitigarlas.

Los planes de Mantenimiento acorde su frecuencia y el código del formato a ser llenado es el siguiente que avale se ha completado las tareas descritas en este procedimiento:

Tabla I. 26. Programa de mantenimiento para ERM

Frecuencia Planes Mantenimiento	Clave
Plan de Mantenimiento Mensual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO01
Plan de Mantenimiento Trimestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO02
Plan de Mantenimiento Semestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO03
Plan de Mantenimiento Anual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO04

Este esquema de inspecciones y mantenimiento manejado por la compañía de distribución es desarrollado para atender las normas de seguridad exigidas en el sistema de gestión integrado de Salud Ocupacional y Medio Ambiente de ENGIE, del título de permiso de Distribución de Gas Natural, la normativa aplicable tanto nacional como extranjera y a las mejores prácticas de la industria en cumplimiento con la adecuada medición de la cantidad y calidad de gas natural, conforme se establezca en las disposiciones aplicables.

I.5.7.1 Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento.

El jefe de Operación y Mantenimiento conforma la cuadrilla de trabajo; el personal asignado a los trabajos compuesto al menos por dos técnicos de alta presión y en algunos casos particulares con el apoyo de un contratista externo para la ejecución de determinados trabajos.

El jefe de Operación y Mantenimiento entrega al Técnico de alta presión la orden de trabajo junto con la copia en blanco de los formatos que correspondan

El jefe de Operación y Mantenimiento debe asegurarse que se hayan identificado los peligros y evaluación de riesgos asociados con las actividades a emprender acorde al formato SEGURIDAD-PR-02-FO01 y estos a su vez a la cuadrilla de trabajo a ejecutar las actividades se les haya comunicado las medidas de control implementadas para su mitigación o disminución del riesgo apoyándose del supervisor HSSE para los contratistas y/o proveedores.

El jefe de Operación y Mantenimiento notifica de los espacios confinados y su clasificación que el técnico de alta presión entrará si es el caso para completar su labor este deberá estar descrito en el análisis de riesgo. Designando a un responsable de los trabajos en espacios confinados y al menos, un vigía.

El Técnico de Alta Presión verifica el vehículo para ser utilizado en su traslado cuenta con gasolina suficiente y este guarde las condiciones mecánicas pertinentes (revisión nivel de aceite, frenos, anticongelante y líquidos para frenos), y empleara técnicas de manejo a la defensiva en la conducción del vehículo.

El Técnico de Alta Presión revisa de tener todos los elementos para ejecutar las tareas encomendadas: herramientas, equipo patrón y refacciones necesarias para conducir la verificación y/o mantenimiento de los instrumentos y equipos.

El Técnico de Alta Presión revisa IGC acorde el numeral 5.3.8 del apartado de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de este procedimiento.

El Técnico de Alta Presión se coordina previamente con el personal contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos cuando la actividad lo amerite.

El jefe de Operación y Mantenimiento y el Técnico de Alta Presión se asegura, antes de comenzar los trabajos, que todos los permisos de trabajo han sido firmados y los análisis de riesgo correspondientes se llevaron a cabo y han sido entendidos por todos los involucrados en una “reunión de inicio de jornada”.

Al arribó de la Estación de Regulación y Medición

El Técnico de Alta Presión debe ingresar al predio caminando para tomar una lectura con el IGC y este deberá ser un valor inferior del 100% LEL que en su caso es del 4.5 % de gas natural en concentración con respecto al aire, se continuará realizando el monitoreo de gases continuo en el área de trabajo y circundante. El monitoreo debe no ser mayor del 60% para ingresar a la instalación. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento adicionalmente al C.O.P.S. para detonar plan de respuesta a emergencia.

El Técnico de Alta Presión podrá ingresar el vehículo al predio de la ERM sólo si le ha colocado matachispas (arresta llamas) en el escape de gases. Los vehículos se quedan con el motor apagado mientras se realizan trabajos y se ubican en los lugares permitidos, estacionados de frente a la salida.

El Técnico de Alta Presión en caso de requerir iluminación dentro del predio de la Estación de Regulación y Medición empleara linternas, lámparas portátiles de tipo maxilite y/o extensiones del típico intrínsecamente seguro y las conexiones o desconexiones se realizan siempre fuera del área de seguridad. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión colocara e instalara escaleras o plataformas aptas para trabajos a realizarse a una altura inferior de 1.8 metros cuando la actividad lo amerite, si es necesario trabajar en una altura mayor habrá de realizarse un análisis de riesgo que contemple trabajo en altura para la locación en particular comunicándolo al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión debe disponer de un plan de trabajo específico para realizar trabajos en espacios confinados, en el escenario que el jefe de Operación y Mantenimiento lo haya indicado y categorizado el mismo. En todo momento seguir el procedimiento crítico “Trabajo en espacios confinados subterráneos” (versión vigente).

El Técnico de Alta Presión de identificar si va a realizar un mantenimiento mayor sobre los ramales/subsistemas de filtración, regulación, medición o cualquier segmento de tubería que se encuentre bajo presión se deberá apegar al anexo A “Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso” del presente procedimiento y tomar las lecturas para la cuantificación del “venteo de hidrocarburo” indicados en el instructivo del Anexo B del presente procedimiento.

Ejecución del Programa de mantenimiento

Una vez tomadas las medidas de seguridad correspondiente y de haber realizado todos los controles previos al ingreso de la ERM, se comienza con la inspección y controles en los distintos subsistemas y componentes de la ERM. Los cuales incluyen las tareas que se detallan a continuación y quedan registradas por el Técnico en alta presión en el formato indicado “Frecuencia de Planes de mantenimiento”, acorde el plan de mantenimiento a ejecutar a los siguientes rubros:

- *Instalación Física*
- *Sistema de filtración*
- *Sistema de regulación*
- *Sistema de medición (elementos primarios)*
- *Sistema de medición (elementos secundarios)*
- *Sistema de medición (elementos terciarios)*
- *Sistema de seguridad PSV*

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Instalación Física	1. Registrar el estado general de la ERM: i. Anotar si se observan signos de vandalismo ii. Indicar el Estado de la cerradura iii. Indicar el Estado de la concertina/caseta iv. Indicar el correcto estado de tierras físicas acorde al diseño de la instalación v. Indicar si cuenta con electricidad la estación en caso de requerir vi. Indicar si posee extintor cargado y vigente vii. Indicar si tiene indicios de corrosión algún spool de tubería o soportería. 2. Revisar carteles de advertencia acorde la NOM-018-STPS-2015, deberá indicar: i. Nombre se la sustancia química peligrosa (Gas Natural mezcla) ii. La palabra “peligro” iii. Los pictogramas acorde al dimensionamiento señalado en la presente norma:   adicionalmente en el tanque/cilindro a presión:  (Gases a presión) iv. Los códigos de identificación de peligros “H”. Deberán completarse su revisión con la HDS en mano que proporcione el área de salud, seguridad y medio ambiente en recipientes - H220 - Gas extremadamente inflamable – Categoría 1 - H280 - Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta (los contenidos en cilindros)		

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Instalación Física	3. Realizar una inspección visual de las señales de seguridad e higiene de la estación: i. Revisar el uso símbolos y letras equipo protección personal pueden ser los mostrados en la Guía "I" de la NOM-018-STPS-2015 (recomendación) pero habrá de respetar el numeral 8.2 NOM-026-STPS-2008: *La utilización de la forma geométrica acorde su significado:  *La dimensión del cartel como mínimo debe ser 125 cm², si es necesario una distancia máxima de observación que supere los 5 m aplicar la fórmula del numeral 8.2 ii. Registrar el uso del color amarillo para la identificación de tuberías que conducen gas natural, como criterio de identificación de riesgo de fluido peligroso debe respetar: *La tubería debe estar pintada todo lo largo y cubrir toda la circunferencia, o; *Pintar la tubería con bandas de identificación debiendo cubrir toda la circunferencia de la tubería, incrementándolas en proporción al diámetro exterior *Uso de una flecha que indica la dirección del fluido (cada 10 m y cercanía de válvulas) 4. Ejecución de los trabajos i. Inspección de fugas, Aplicación de agua jabonosa o de otras soluciones tensoactivas que formen espuma, para detectar una fuga en una instalación de gas expuesta. *Si se detecta una fuga que no puede ser eliminada de forma inmediata el técnico deberá realizar un reporte con su ubicación de la brida y/o equipo que presenta fuga ii. Limpieza de la estación y techumbre empleando una hidrolavadora (retiro de basura) iii. Engrasar la cerradura NOTA: De detectar una desviación en la instalación Física de los rubros citados se deberá anotar en el recuadro de observaciones y se deberá genera un plan de acción para su corrección por el Jefe de Operación y Mantenimiento.		

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Filtración	1. Registro de lecturas de indicadores y toma de acción (transmisor de Presión diferencial y nivel) i. Registrar y comparar la lectura indicada de Presión diferencial si es >15 psi ii. Registrar el nivel de contenido de líquidos y responder si su nivel supera el 70% iii. Cualesquiera de la respuesta afirmativa de pasos i y ii Es necesario reemplazar los elementos filtrantes y/o drenar, acorde el anexo A del presente procedimiento y DIG-MAN-ERM-PR-01-IN01 INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO A SISTEMAS DE FILTRADO		

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Regulación	1. Registrar el posicionamiento y medir las lecturas de presión de entrada y salida de las válvulas de control de presión y de tomas de presión en líneas de control. i. Validar y controlar su correcta posición acorde su función; normalmente abierta o normalmente cerrada. 2. Limpieza externa de la válvula y revisión de la integridad de las acometidas eléctricas y señales de control neumáticas. 3. Inspección de fugas		
		1. Verificar que la diferencia porcentual entre los "set point" de las válvulas activo y monitor tengan una diferencia cuando mínimo de 1 Kg/cm² bajo ninguna circunstancia será mayor el set a la PMO que comprometa la recepción del gas al cliente (NOM-03-ASEA-2016)	1. Reemplazar los elementos filtrantes en líneas de control 2. Limpie e Inspeccione la jaula donde resguarda la manga de goma de la caja aguas arriba y aguas abajo. En válvulas de tipo axial i. Reemplazar si está dañado 2. Si se determina que el funcionamiento de las válvulas reguladoras no es aceptable para un funcionamiento normal de la estación se realiza su inspección de internos y remplazo de diafragmas, mangas y empaques de sellos si es necesario acorde a su modelo
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo con instructivo: DIG-MAN-ERM-01-IN03 MANTENIMIENTO REGULADORES DE PRESIÓN		

Elementos Primarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	1. Inspección de Fugas 2. Revisión física y hermeticidad de las válvulas de bloqueo de entrada y salida del brazo de medición y/o by pass. 3. Revisión de los elementos primarios: - Detectar humedad o líquido presente en el Index - Estado físico (golpes, oxidación, humedad) - Emisión de algún sonido inusual en los internos - Revisión y limpieza del medidor de tecnología "placa de orificio" - Lubricación del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo"	1 Revisión y limpieza del medidor: - Spin test del medidor de tecnología "turbina" - Descarga de Diagnósticos del medidor tecnología "ultrasónico" y validar su correcto funcionamiento - Comparación de la velocidad del sonido (SOS) teórica y la medida del medidor tecnología "ultrasónico"	1. Se deberá indicar si se ejecutó acorde el plan de mantenimiento del año en curso las actividades que a su programación se deben desarrollar trianual: - Verificación del tramo de medición (dimensional) - Calibración del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo" por un laboratorio acreditado NOTA: Para los medidores Ultrasónicos la calibración y ajuste del medidor por un laboratorio acreditado será quinquenal
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN04 MANTENIMIENTO MEDIDORES DE FLUJO		

Elementos Secundarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	1. Verificación, Ajuste y Mantenimiento Cromatógrafo - Limpieza general del equipo - Limpieza del sistema de acondicionamiento de muestra - Revisar se encuentre en su operación normal - Revisar la presión de la toma de muestra (probeta) y cilindros del gas patrón y de arrastre. - Verificar si la calibración programada se ejecuta con frecuencia a diario 2. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador H₂S: - Verificación, Ajuste y Mantenimiento (con gas patrón) - Inspección de remplazo de cinta de acetato de plomo y nivel de líquido de ácido acético. - Revisión de su estado de operación del equipo 3. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador Humedad: - Verificación de los filtros de líquidos y sólidos 4. Revisión del acondicionamiento de muestra - Verificación de los filtros de entrada de líquidos y sólidos - Verificar el correcto set del Regulador de Presión - Verificar el correcto valor del Rotámetro - Barrido de líneas de muestra con nitrógeno o helio		2. Verificación del sensor de humedad (reporte de verificación) 3. Ejecución de mantenimiento mayor cromatógrafo: - Respaldo de archivos - Verificación de estado de funcionamiento del horno, válvulas, CPU, tarjetas I/O, fuente de alimentación. - Inspección de pérdidas de helio, gas patrón, gas de línea. Corrección de fugas. - Limpieza de válvulas cromatografías y cambio de diafragmas de las válvulas. - Ajuste de detectores - Cambio de filtros de solidos - Cambio de membrana para retención de líquidos 4. Mantenimiento a la probeta y sistema de acondicionamiento de muestra
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a los instructivos: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN05 MANTENIMIENTO CROMATÓGRAFO DIG-MAN-ERM-PR-01-IN06 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE HUMEDAD DIG-MAN-ERM-PR-01-IN07 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE ÁCIDO SULFÚDRICO		

Sistema Medición	TRIMESTRAL
	1.Verificación, Ajuste y Mantenimiento transmisores/transductores de Presión y Temperatura Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN08 MANTENIMIENTO INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA A LA MEDICIÓN

Elementos Terciarios

CEF	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
	1. Mantenimiento del corrector electrónico de flujo "CEF" ejecución y registro acorde lo indicado en el procedimiento Mantenimiento SCADA y Comunicaciones DIG-MAN-SCADA-PR-01		

Sistemas de Seguridad PSV

PSV	SEMESTRAL	ANUAL
	1. Inspección visual y el mantenimiento preventivo de la válvula de relevo de presión i. Limpiar e Inspeccionar visualmente la válvula ii. Revisar la línea de desfogue (sin obstrucciones) iii. Asegurarse el sello de plomo de la tapa este intacto	1.Indicar si se realizó la ejecución de las pruebas a los dispositivos de relevo de presión mediante un banco de calibración calibrado. i. Realizar la prueba PRE-POP (as found) ii. Prueba neumática de la presión de ajuste iii. Prueba de hermeticidad
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN09 MANTENIMIENTO PSV	

Todos los programas de mantenimiento se incluyen en el **Anexo 2.6** de la MIA-R.

I.6 Análisis y evaluación de riesgos

I.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

De acuerdo con la información recabada por la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales se encontraron las siguientes estadísticas sobre accidentes relacionados con la distribución de emergencias por estados y con el manejo de materiales peligrosos, mismos que fueron atendidos directa o indirectamente por las distintas delegaciones estatales de la Procuraduría.

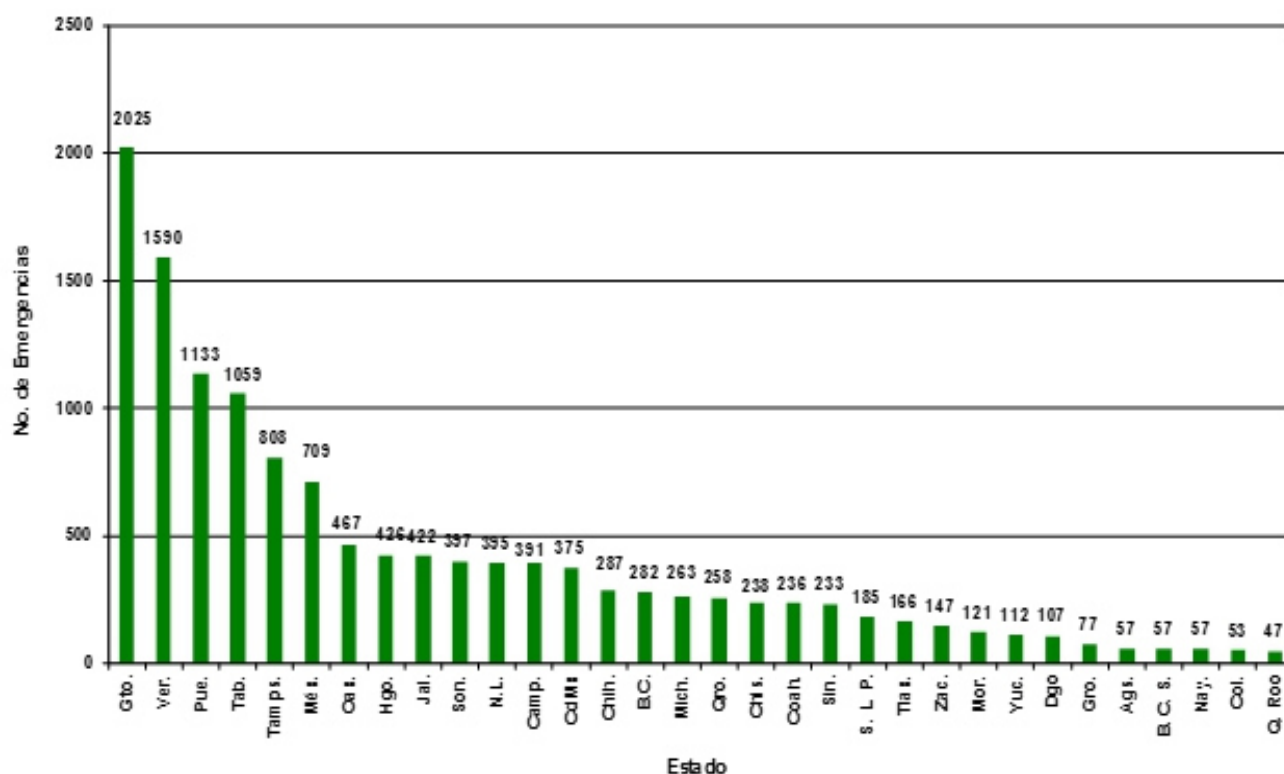


Figura I. 20. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Distribución Estatal

Como se puede apreciar en la figura anterior de distribución Estatal de Emergencias Químicas, el estado de San Luis Potosí donde se ubica el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, se encuentra en el vigesimoprimer lugar con 185 eventos en el periodo 2000-2018.

A nivel mundial existen entidades encargadas de elaborar y alimentar bases de datos sobre los incidentes ocurridos, de tal manera que la información sea útil para que una empresa de similares características o que procesa sustancias análogas a otra en la que ya ha ocurrido un evento, evite que este suceda; o bien, realizar un análisis de riesgo que aporte si es factible que pueda ocurrir un evento de este tipo en sus instalaciones. Además de ser un medio valioso para la verificación de los modelos actuales de predicción de consecuencias.

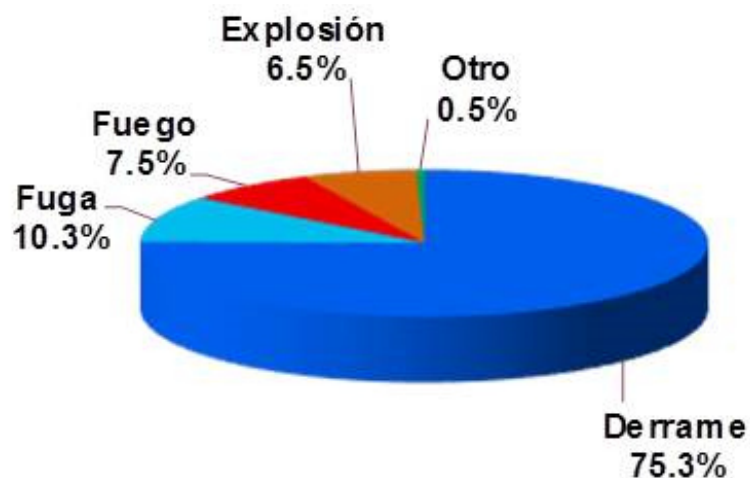


Figura I. 21. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Características de las emergencias. Tipo

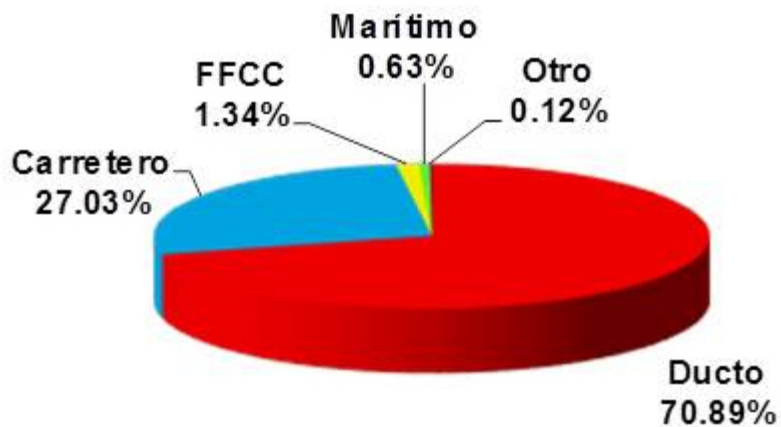


Figura I. 22. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2018). Características de las emergencias. Medio de Transporte

Sustancia	Frecuencia	%	% Acumulado
Gas L.P.	166	22.59	22.59
Hidrocarburo	137	18.64	41.22
Desconocida	55	7.48	48.71
Pólvora	49	6.67	55.37
Gasolina	48	6.53	61.90
Metano	43	5.85	67.76
Diesel	40	5.44	73.20
Amoniaco	21	2.86	76.05
Ácidos	17	2.31	78.37
Plásticos	15	2.04	80.41
Otros (63)	144	19.59	100.00
Total	735	100.00	

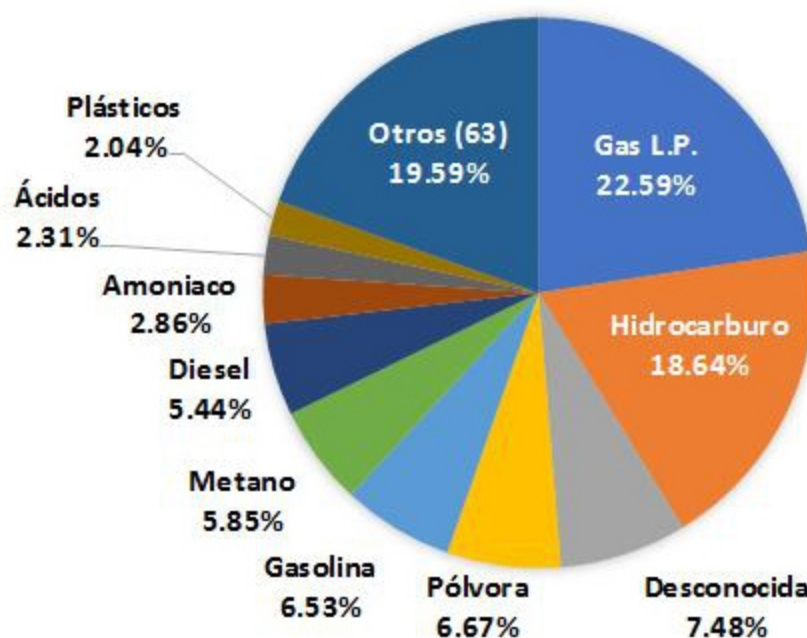


Figura I. 23. Sustancias involucradas en las emergencias químicas en México (2018)

Las estadísticas anteriores muestran que la actividad de transporte por ductos representa el 70.89% de las emergencias químicas reportadas por PROFEPA, siendo la actividad primordial que realiza ENGIE; sin embargo, y de acuerdo con las estadísticas de las sustancias involucradas en las emergencias, solo el 5.85% corresponde al metano, único material que maneja ENGIE.

A nivel local no se cuenta con antecedentes de incidentes ocurridos en ENGIE en la zona del Bajío que incluye San Luis Potosí.

I.6.2 Metodología de identificación y jerarquización

I.6.2.1 Criterios para la aplicación de las metodologías en el análisis y evaluación de riesgos

De acuerdo con el ciclo de vida de las instalaciones, características de las actividades del proyecto, naturaleza de las sustancias peligrosas manejadas y características físicas y de configuración del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**; se establece que las técnicas/metodologías más adecuadas para la identificación de riesgos asociados al sistema de distribución de gas natural; son:

-  **Identificación de sustancias peligrosas.** con base en sus propiedades fisicoquímicas y su clasificación como sustancia peligrosa.
-  **Análisis preliminar de peligros.** Reconocimiento físico de cada una de las secciones de distribución que conforman el proyecto, comparándolo con el análisis documental del entorno. Vulnerabilidad ambiental y social que incluye: inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, sismos.
-  **Identificación de riesgos con metodología HAZOP.** Esta metodología cuenta con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP, también se han contemplado otros parámetros; esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate-Estaciones de regulación y medición (ERM), que integran alguna instrumentación y; extensas cantidades de ductos de Acero al Carbón (AC) que no cuentan con instrumentación. Se ha decidido aplicar criterios adicionales como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros como parte de la metodología; se han identificado nodos y agrupado varios similares, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, ERM y Ductos AC. Los City Gate se han contemplado siempre como nodos independientes.
-  **Jerarquización de los escenarios de riesgo identificados con HAZOP.** Se utilizarán las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia del Grupo ENGIE México. Se realizan dos ponderaciones una, considerando el riesgo intrínseco y otra, considerando salvaguardas.
-  **Análisis de riesgos cuantitativos.** Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, adicional los escenarios identificados en el análisis preliminar de riesgos; mediante estimación de consecuencias con PHAST.

I.6.3 Descripción de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de los riesgos

I.6.3.1 Identificación de sustancias peligrosas

Se identifican las características fisicoquímicas de la sustancia de acuerdo con su hoja de seguridad y con la normatividad aplicable nacional e internacional NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo; adicional, tomando los preceptos de clasificación del código NFPA 704.

El criterio establecido para considerar un material como peligroso de acuerdo con NFPA 704 es que, dentro de la escala de clasificación, el valor de las categorías de Riesgos a la Salud e Inflamabilidad evaluando las características del material sea igual o mayor a 3; e igual o mayor a 1 en caso de Reactividad.

Identificación de peligros de acuerdo con NOM-018-STPS-2015/Sistema Globalmente Armonizado y etiquetados de productos químicos (SGA) de acuerdo con: Peligros físicos, Peligros para la salud, peligros para el medio ambiente.

El criterio normativo para identificar a una sustancia como peligrosa y motivo de la elaboración del presente estudio de riesgo ambiental es que se encuentre, en cantidad superior a la establecida en alguno de los Listados de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y el 30 de abril de 1992, y que se refiere a sustancias tóxicas y sustancias inflamables y explosivas respectivamente.

I.6.3.2 Análisis preliminar de riesgos

Reconocimiento físico: se han observado por secciones, habiéndose reconocido 3, que fueron visitados durante 2 días tomando evidencias fotográficas, las cuales se presentan en la MIA-Regional, identificando puntos importantes cruces, puntos de interconexión con sistemas previamente autorizados, diámetros mayores, presiones mayores.

Vulnerabilidad ambiental y social: Revisión documental que incluye inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, cruces de vías de ferrocarril, cruces con ductos de terceros, cruces de Avenidas importantes, sismos.

I.6.3.3 Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP)

La técnica de identificación de riesgos HAZOP es una metodología sistematizada de identificación de las situaciones que pueden desencadenar un evento no deseado, ocasionado por el descontrol del proceso. La metodología HAZOP consiste en el análisis detallado de las posibles desviaciones frente a las condiciones de operación normal en las líneas y elementos pertenecientes a una determinada planta de proceso.

El equipo de trabajo (Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos, denominado GMAER en el presente estudio), en un HAZOP sigue una estructura analítica por medio de un conjunto de palabras guía (no, más, menos, etc.) para examinar desviaciones de las condiciones normales de proceso en puntos claves (denominadas “nodos”) de la unidad. Estas palabras claves son aplicadas a los parámetros más relevantes (flujo, presión, temperatura, nivel, etc.), con el objeto de identificar las posibles causas generadoras de dicha situación, las consecuencias de las desviaciones de estos parámetros con respecto a los valores previstos, así como las salvaguardias instaladas con objeto de evitarlas.

Finalmente, la identificación de consecuencias no deseadas y valoración cualitativa de las salvaguardas existentes, dan lugar a recomendaciones para mejoras en la operabilidad y la seguridad de la instalación. Las recomendaciones de mejora se realizan al objeto de reducir o impedir las causas iniciadoras y de reducir las consecuencias de las desviaciones detectadas. En este sentido, las modificaciones o mejoras propuestas podrían afectar bien a los sistemas de control, de señalización o de emergencia, a las condiciones de diseño de líneas y equipos, o a los procedimientos y documentación escrita, pudiendo derivar en recomendaciones de estudios específicos de detalle.

El resultado de la aplicación de dicha metodología se presenta en forma tabular, indicando:

- Parámetro
- Desviación respecto de la condición de diseño
- Palabra guía + Parámetro
- Causas iniciadoras de la desviación
- Consecuencias esperadas
- Salvaguardias
- Recomendaciones

La aplicación en la identificación de riesgos del presente Análisis de Riesgo se fundamenta en el seguimiento puntual de cada una de las variables operativas dentro del proceso de regulación de presión, medición, transporte y suministro de gas natural, con la finalidad de determinar las posibles desviaciones no deseadas. Siendo una metodología cualitativa para la identificación de riesgos, requiriéndose adicionalmente la cuantificación de las consecuencias mediante el uso de tecnología diseñada para tal fin como simulador de eventos identificados.

Consideraciones adicionales: se han considerado las desviaciones como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.

I.6.3.4 Categorías y matriz de riesgo

La ponderación de riesgos será con el uso de la técnica matricial de riesgos. Esta fase consiste en asignar valores estimados de Frecuencia y Severidad de consecuencias a los escenarios de riesgo identificados con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado durante los años de operación de la instalación, lo anterior sin considerar la acción de las salvaguardas, determinando así la valoración cualitativa del riesgo inherente.

La ponderación y clasificación de los escenarios de riesgo identificados se llevó a cabo durante las reuniones con el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos, a efecto de aprovechar el conocimiento y experiencia del personal operativo, seguridad, de diseño y construcción.

En el presente estudio, para la ponderación se emplean las categorías de frecuencia y consecuencias, correspondientes al Grupo ENGIE México.

- Per: Afectación a seguridad de las personas,
- Amb: Afectación al Ambiente,
- Neg: Afectación al Negocio,
- Ima: Afectación a la imagen.

 Las matrices son de 4x4 (4 categorías de Frecuencia vs 4 categorías de Consecuencia).

 Cada matriz de riesgo utiliza cuatro zonas de identificación de riesgos de acuerdo con el criterio de riesgo tolerado.

La matriz de riesgos se presenta en la siguiente figura y las categorías y frecuencias se presentan abajo:

FRECUENCIA	ALTA F4	B	B	A	A
	MEDIA F3	C	B	B	A
	BAJA F2	D	C	B	A
	REMOTA F1	D	D	C	B
		MENOR C1	MODERADA C2	GRAVE C3	CATASTRÓFICA C4
CONSECUENCIA					

Figura I. 24. Matriz de categorización de riesgo

Siendo las interpretaciones:

Tipo A Riesgo Intolerante: 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 D de preferencia a tipo D en un lapso 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 puede acompañar 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.

Tabla I. 27. Categorías de Frecuencia

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
CATEGORÍA	TIPO	CUANTITATIVO		CUALITATIVO
Alta	F4	>10 a la -1	>1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los primeros 10 años
Media	F3	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.
Baja	F2	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.
Remota	F1	$<10^{-3}$	<1 en 1,000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Tabla I. 28. Categorías de Consecuencias

Tipo de evento y categoría de la consecuencia				
Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y 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 daño 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
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 sobrepresión, 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;	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape

Tipo de evento y categoría de la consecuencia					
Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4	
	olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	significativo de agentes tóxicos, daño significativo a largo plazo de flora y fauna o repetición de eventos mayores	
Descarga y derrame	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	Mas de un mes de paro. Daños a la propiedad 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 inmueble; sustitución de edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante	
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	

El Riesgo se define como el “producto” de la frecuencia y las consecuencias asociadas a la manifestación de un peligro de un proceso productivo; al aplicar la técnica HAZOP se pretende identificar aquellas circunstancias que no cuentan con medidas de seguridad, protección o emergencia suficientes, y que ponen en riesgo la operación segura de la instalación, derivando en posibles afectaciones al personal,

ambiente, población, instalación/producción; para posteriormente ponderar cada riesgo.

1.6.3.5 Estimación de consecuencias

De acuerdo con los resultados obtenidos de la jerarquización de los riesgos y la identificación de eventos, se realiza la estimación de consecuencias de los escenarios más críticos que se pueden presentar durante el manejo de sustancias peligrosas.

La estimación de consecuencias se realiza mediante el programa PHAST Professional (*Process Hazard Analysis Software Tool*).

La estimación de consecuencias se desarrolla empleando los criterios para establecer las zonas de salvaguarda establecidos por ASEA:

Tabla I. 29. Parámetros para estimación de consecuencias

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos.
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados.
Toxicidad	Alto riesgo	IDLH	Concentración a la cual puede estar expuesta una persona durante 30 minutos.
	Amortiguamiento	STEL	Concentración a la cual puede estar expuesto un trabajador durante un tiempo de 15 minutos en una jornada de trabajo de 8 horas diarias.

1.6.4 Resultados de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de riesgos

1.6.4.1 Identificación de sustancias peligrosas: Gas Natural

El gas natural, se encuentra identificado como sustancia pura llamada metano en el segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado por el Diario Oficial de la Federación el 30 de abril de 1992, y que se refiere a sustancias inflamables y explosivas, en una cantidad de reporte a partir de 500 kg. El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** distribuye gas natural en una cantidad superior a 500 kg y por tanto es considerada una Actividad Altamente Riesgosa y por tanto se justifica el desarrollo del presente estudio de riesgo, a continuación se presentan sus especificaciones.

Tabla I. 30. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto

Nombre	Cantidad máx. almacenada (m ³ /h)	Contenedor	S	I	R	CAS	LII (%)	LSI (%)	Flash Point (°C)	2° LAAR (kg)
Gas natural	No se almacena el flujo máx. 28,149 m ³ /hr	Ductos de AC 8", 4", 2" de diámetro	1	4	0	8006-14-2	4.5	14.5	-222	500

De acuerdo con la hoja de seguridad

Tabla I. 31. Identificación de peligros de gas natural

Peligros	Clasificación SAC	Indicación de peligro
Físicos	Gas inflamable, categoría 1ª Gases a presión, categoría gas comprimido	H220 Gas extremadamente inflamable H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta
Para la salud	Corrosión/Irritación cutánea, categoría 2 Lesiones oculares graves/Irritación ocular, categoría 2A	H315 Provoca irritación cutánea H319 Provoca Irritación ocular grave Nota: las indicaciones de peligro para la salud fueron tomadas de ECHA, 2018.

Para el medio ambiente	No aplica	No aplica
Elementos de las etiquetas del SAC Pictograma		
Clasificación del grado de riesgo NFPA	Salud: 1 Inflamabilidad: 4 Reactividad: 0 	

1.6.4.2 Análisis preliminar de riesgos

Los resultados del análisis preliminar con los aspectos a considerar se muestran a continuación para cada una de las secciones que conforman el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**. En este estudio se han considerado dividir el proyecto en tres secciones, las que se han considerado también como nodos de análisis para la siguiente metodología.

Tabla I. 32. Secciones del proyecto Bajío-San Luis Potosí

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
1	- PUNTO DE INTERCONEXIÓN GASODUCTO - CITY GATE SLP1	3	- Inicio: Válvula SLP17 - Ducto de 8" PEAD L=8,778.508 m - Ducto de 4" PEAD L=18,091.13m - Ducto de 2" PEAD L=117.87 m 24. ERM CLIENTE POTENCIAL 57 25.ERM LOREAL MEXICO 57.ERM MOTHERSON 26.ERM PROTANS 27.ERM EDSCHA 28.ERM CLIENTE POTENCIAL 38 29.ERM JNM DE MEXICO SLP 30.ERM MSSL 31.ERM CLIENTE POTENCIAL 24 37.ERM DOWA 36.ERM KHC 35.ERM CATERPILLAR 32.ERM VUTEQ 33.ERM SERVICIOS DE AGUA 34.ERM IBIDEN 46.ERM GIS MEXICO - Punto de Interconexión 4 - Punto de Interconexión 2
2	- Inicio: Salida de City Gate SLP1 - Final: Válvula SLP17 - Ducto de 8" PEAD L=16,498.152m - Ducto de 4" PEAD L=4,302.74 m - Ducto de 2" PEAD L=453.31 m 1.ERM VALEO TRANSMISIONES 2.ERM ATCO 3.ERM MIDORI 4. ERM FILTRAN 5.ERM RYDER BROWNFIELD 6.ERM KRAEM 7.ERM CLIENTE POTENCIAL 18 8.ERM RYDER SLP 9.ERM LINC 10.ERM POSCO 11.ERM TAXAN 12.ERM AAP 13.ERM BEND ALL		

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
	14.ERM CLIENTE POTENCIAL 3 15.ERM CLIENTE POTENCIAL 19 16.ERM METAL TECHNOLOGIES 17.ERM PENSKE LOC 18.ERM CLIENTE POTENCIAL 11 19.ERM HYUNNAM MÉXICO 20.ERM NITTA MOORE 21.ERM GM SLP CUBIMSA 22.ERM BARTLETT 23.ERM BD - Cruces carreteras: 1CC - Cruces a cielo abierto:1CA,2CA,3CA - Cruces ferrocarril:1CF,2CF,3CF, - Válvulas: SLP2,SLP3,SLP4,SLP5,SLP6,SLP7,SLP8, SLP9,SLP10,SLP11,SLP12,SLP13,,SLP14 ,SLP15,SLP16,VR14,VR13,VR12,SLP17		- Punto de Interconexión 1 56.ERM HIROTEC MEXICO 39.ERM BEM 40.ERM FAURECIA 41.ERM FUJI ALCONIX 42.ERM PLASTIC OMNIUM 43.ERM SURETC Y SUZUKI 44.ERM FCC 45.ERM PERFILETO ALUMINIUM 38.ERM MK TRON 47.ERM GAIA 48.ERM RONAL GROUP 55.ERM MAGNA II 49.ERM CHORNOS 53.ERM MAGNA 54.ERM MARTIN REA 50.ERM AGC AUTOMOTIVE 51.ERM TOPY FASTENERS 52.ERM VESTA - Cruces carreteras: 2CC - Interconexión: Punto de interconexión 5, Punto de interconexión 3, Punto de interconexión 4, Punto de interconexión 2, Punto de interconexión 1 - Válvulas: SLP18, SLP1,VR5,SLP18,VR4,VR10,VR2,VR3,VR1,VR5, VR7,VR6,VR8,VR9,VR11,VR12

Tabla I. 33. Análisis preliminar de riesgos

Polígono	Detalle de sección	Deslaves / Inundaciones Cruce Canal	Cruces	Nivel de densidad poblacional habitacional	Población Industrial	Escuela	Puntos de conexión alta presión	Estaciones de regulación y medición	Referencias
1	Zona industrial	N/A	N/A	Baja Centro penitenciario a 150 m 140 m a un Hotel	Si. Zona industrial	Nula	Punto de conexión con Gasoducto de 16"AC Huimilpa (sistema fuera de alcance)	Es un City Gate	Atlas de Riesgo y visita a sitio
2	Zona industrial	3 cruces CA Cruce arroyo ATCO Cruce con cuerpo de agua (canal) Cruce con cuerpo de agua (arroyo)	Cruce con ferrocarril (1CF,2CF,3CF) Cruce 1CC Cruce autopista SLP de Villa Arriaga.	BAJA	Si. Zona Industrial	Nula	N/A	1.ERM-23.ERM	Atlas de Riesgo y visita a sitio
3	Zona industrial	N/A	Cruce 1CC	BAJA	Si. Zona Industrial	Nula	Punto de Interconexión (Proyecto fuera de alcance) Interconexión 1 Interconexión 2 Interconexión 3 Interconexión 4 Interconexión 5 Interconexión 6	24.ERM-57.ERM	Atlas de Riesgo y visita a sitio

1.6.4.3 Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP)

El desarrollo de la aplicación de la metodología se llevó a cabo los días 31 de mayo, 01 y 02 de junio del 2022 vía remota en México, con la participación de personal de ENGIE con especialidades:

- HSSE
- Operación y mantenimiento
- Proyectos
- Técnico alta presión-ductos
- Técnico baja presión

Así como personal especialista en la conducción de técnicas de identificación por parte de Limón Consultores, S.C. Se respalda en las listas de asistencia presentadas en el **Anexo 1.4** Listas de Asistencia y la conformación del Grupo Multidisciplinario.

Los criterios establecidos para el desarrollo de HAZOP son:

1. La selección de nodos para la identificación de riesgos se definió utilizando como base la información proporcionada por ENGIE, quedando como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. 34. Selección de Nodos del proyecto Bajío-San Luis Potosí

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
1	• PUNTO DE INTERCONEXIÓN GASODUCTO • CITY GATE SLP1	3	• Inicio: Válvula SLP17 • Ducto de 8" PEAD L=8,778.508 m • Ducto de 4" PEAD L=18,091.13m • Ducto de 2" PEAD L=117.87 m • 24. ERM CLIENTE POTENCIAL 57 • 25.ERM LOREAL MEXICO • 57.ERM MOTHERSON • 26.ERM PROTANS • 27.ERM EDSCHA • 28.ERM CLIENTE POTENCIAL 38 • 29.ERM JNM DE MEXICO SLP • 30.ERM MSSL • 31.ERM CLIENTE POTENCIAL 24 • 37.ERM DOWA • 36.ERM KHC • 35.ERM CATERPILLAR • 32.ERM VUTEQ • 33.ERM SERVICIOS DE AGUA • 34.ERM IBIDEN • 46.ERM GIS MEXICO • Punto de Interconexión 4 • Punto de Interconexión 2 • Punto de Interconexión 1
2	• Inicio: Salida de City Gate SLP1 • Final: Válvula SLP17 • Ducto de 8" PEAD L=16,498.152m • Ducto de 4" PEAD L=4,302.74 m • Ducto de 2" PEAD L=453.31 m • 1.ERM VALEO TRANSMISIONES • 2.ERM ATCO • 3.ERM MIDORI • 4. ERM FILTRAN • 5.ERM RYDER BROWNFIELD • 6.ERM KRAEM • 7.ERM CLIENTE POTENCIAL 18 • 8.ERM RYDER SLP • 9.ERM LINC • 10.ERM POSCO • 11.ERM TAXAN • 12.ERM AAP • 13.ERM BEND ALL		

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
	14.ERM CLIENTE POTENCIAL 3 15.ERM CLIENTE POTENCIAL 19 16.ERM METAL TECHNOLOGIES 17.ERM PENSKE LOC 18.ERM CLIENTE POTENCIAL 11 19.ERM HYUNNAM MÉXICO 20.ERM NITTA MOORE 21.ERM GM SLP CUBIMSA 22.ERM BARTLETT 23.ERM BD - Cruces a cielo abierto:1CA,2CA,3CA - Cruces ferrocarril:1CF,2CF,3CF, - Válvulas: SLP2,SLP3,SLP4,SLP5,SLP6,SLP7,SLP8, SLP9,SLP10,SLP11,SLP12,SLP13,,SLP14 ,SLP15,SLP16,VR14,VR13,VR12,SLP17		56.ERM HIROTEC MEXICO 39.ERM BEM 40.ERM FAURECIA 41.ERM FUJI ALCONIX 42.ERM PLASTIC OMNIUM 43.ERM SURETC Y SUZUKI 44.ERM FCC 45.ERM PERFILETO ALUMINIUM 38.ERM MK TRON 47.ERM GAIA 48.ERM RONAL GROUP 55.ERM MAGNA II 49.ERM CHORNOS 53.ERM MAGNA 54.ERM MARTIN REA 50.ERM AGC AUTOMOTIVE 51.ERM TOPY FASTENERS 52.ERM VESTA - Cruces carreteras: 1CC - Interconexión: Punto de interconexión 5, Punto de interconexión 3, Punto de interconexión 4, Punto de interconexión 2, Punto de interconexión 1 - Válvulas: SLP18, SLP1,VR5,SLP18,VR4,VR10,VR2,VR3,VR1,VR5, VR7,VR6,VR8,VR9,VR11,VR12

Los diagramas de tubería e instrumentación se encuentran en el [Anexo 1.2](#).

Para la aplicación de la metodología HAZOP, se consideran los siguientes términos por cada Nodo:

Nodo:	Sección o partes funcionales, claramente localizados, en los cuales se divide un proceso para ser analizado, a efecto de determinar e identificar los riesgos a los procesos de forma metódica y sencilla.
Intención de diseño:	Representa las características o función para la cual fue diseñado el proceso o sistema.
Condiciones de operación:	Valores de las Variables del proceso que lo caracterizan.
DTIs:	Se listan los dibujos considerados de acuerdo con el alcance del nodo.
Palabra Guía:	Palabra o frase que combina con una variable o parámetro, expresa y define una desviación a partir de la intención de diseño.
Parámetro:	Propiedad física o química asociada con el proceso. Ejemplo: Presión, Temperatura, Flujo, etc.

Desviación:	Indica la combinación de la palabra guía y variable del proceso, es decir, la presentación de una situación no normal dentro de un proceso o sistema, aplicando sistemáticamente las palabras guía. Adicional a partir de este rubro se agregan las desviaciones: fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.
Causas:	Indican los eventos más probables o razones que pueden originar una desviación del proceso o sistema.
Consecuencias:	Los resultados o afectaciones, por la presencia de una desviación al proceso.
Salvaguardas:	Representan las bondades y flexibilidad del proceso con fundamento en sistemas de ingeniería o controles administrativos, que previenen las causas o reducen las consecuencias de la desviación.
Recomendaciones:	Representan las adecuaciones en materia de ingeniería, cambios en la filosofía del proceso, derivadas del consenso multidisciplinario del personal que participó en las sesiones del HAZOP; pudiendo requerirse estudios posteriores para su implementación.

2. Se identificaron consecuencias que inciden directamente en la seguridad con afectaciones al Personal, Ambiente, Negocios y a la Imagen.
3. Con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado en instalaciones similares o en las mismas, se realiza la jerarquización de riesgos (sin considerar la acción de las salvaguardas), evaluando la posible afectación hacia Personal, Ambiente, Negocios y a la Imagen.
4. Se listan las salvaguardas para aquellos riesgos identificados en las categorías de Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable.
5. Se realiza un análisis de la reducción de riesgos, pero ahora aplicando una reducción en la frecuencia por la presencia de salvaguardas y de aquellos que han quedado como riesgo Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable, se emitieron Recomendaciones para la mejora de la seguridad y acciones identificadas y sugeridas, asociadas a escenarios cuyas consecuencias inciden en la seguridad.

En el **Anexo 1.5.** se presenta la aplicación de la metodología HAZOP, que incluye los DTI's con la identificación de Nodos.

1.6.4.4 Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP

Se determinan los siguientes escenarios de riesgo, partiendo de las siguientes bases:

1. Aquellos escenarios que resultaron riesgo Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable una vez aplicadas las salvaguardas.
2. Se definieron escenarios de riesgo que resultaron Tipo B Indeseable, antes de la aplicación de salvaguardas y se identificaron como vulnerables en el análisis preliminar.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla I. 35. Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-1	N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP1.	Fuga de gas natural por bridas de 6" con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión
N-1	N1-02	Taponamiento de filtros FG-001/002 del City Gate	Fuga de gas natural por bridas de 1", con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.
N-2	N2-03	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN)	Fuga de gas natural por bridas de 2" con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión
N-2	N2-04	Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM)	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural con posible incendio	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.
N-2	N2-05	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-2	N2-06	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de ferrocarril	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio
N-3	N3-07	Desgaste de materiales filtros, internos de reguladores	Fuga de gas natural en medidores de 2" de la ERM 44 (FCC) con posible y explosión	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión
N-3	N3-08	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio
N3	N3-09	Golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)"	Fuga de gas natural en ductos de 8"AC con posible incendio y explosión	Fuga de gas debido a Interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión
N3	N3-10	Golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)"	Fuga de gas natural en ductos de 4" AC con posible incendio y explosión	Fuga de gas debido a Interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 4" AC con posible incendio y explosión

ÍNDICE GENERAL

II.	Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones.....	1
II.1	Radios potenciales de afectación	1
II.1.1	Consideraciones generales para las simulaciones.....	2
II.1.2	Resultados del Análisis de consecuencias	3
II.2	Interacciones de riesgo.....	6
II.2.1	Escenarios más probables	9
II.2.2	Escenario PEOR CASO	18
II.3	Medidas Preventivas	21
II.4	Efectos sobre el sistema ambiental.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Datos meteorológicos	2
Tabla II. 2. Parámetros para estimación de consecuencias.....	3
Tabla II. 3. Radios potenciales de afectación.....	4
Tabla II. 4. Parámetros para estimación de consecuencias e interacciones de riesgos	6
Tabla II. 5. Frecuencias de fallos de causas	7
Tabla II. 6. Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo de escenarios probables	9
Tabla II. 7. Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo PEOR CASO.....	18
Tabla II. 8. Medidas Preventivas.....	21
Tabla II. 9. Coordenadas de cruces de canales de agua.	24
Tabla II. 10. Efectos del Sistema Ambiental.....	25

II. Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones

II.1 Radios potenciales de afectación

El análisis se realizó para los escenarios identificados en la metodología HAZOP del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**.

La evaluación de consecuencias es una técnica de análisis cuantitativo de riesgos, que permite observar el alcance de un accidente potencial, y sus efectos sobre las personas, el ambiente, negocio, imagen; así también permite generar medidas y/o recomendaciones adicionales con respecto a la ubicación de equipos de operación y seguridad, y a definir los planes de respuesta a emergencias.

Los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas pueden producir diferentes tipos de fenómenos, entre los cuales se encuentran los de tipo mecánico (explosiones), térmico (radiación térmica-incendio) y de tipo químico (fugas, derrames de sustancias tóxicas).

Los pasos para seguir en el análisis de consecuencias es el siguiente:

1. Determinar el tipo de fluido y sus propiedades.
2. Caracterización de la fuente de liberación.
 - a. Seleccionar o establecer el diámetro del orificio de liberación.
 - b. Calcular la tasa de liberación teórica.
 - c. Estimar el monto total del fluido o inventario a liberar.
3. Selección del modelo de dispersión.
 - a. Determinar el tipo de liberación es decir si es continua o instantánea para determinar el método a utilizar para modelar la dispersión y estimar las consecuencias.
4. Estimación del alcance de los efectos.

II.1.1 Consideraciones generales para las simulaciones

De acuerdo con el propósito del análisis se eligieron los casos a simular, para así determinar las posibles afectaciones al personal, ambiente, Negocio e Imagen, con la finalidad de implementar las medidas necesarias, por tal razón los escenarios se simularon para el caso más probable.

A continuación, se describen las condiciones generales utilizadas para la simulación de los escenarios de riesgo:

- Los datos ambientales, considerando el análisis de vulnerabilidad, obtenidos del capítulo I del presente estudio y de la MIA-Regional correspondiente:

Tabla II. 1. Datos meteorológicos

Elemento	San Luis Potosí (Estabilidad "D")
Velocidad de viento	5 m/s
Dirección del viento	108 (dirección este)
Temperatura promedio	252°C
Humedad	70 %

- **DETERMINACIÓN DE TASAS DE DESCARGA:** Tomando como referencia (solo como apoyo en este punto), la Guía para la presentación del estudio de riesgo modalidad ductos terrestres emitida por ASEA, se menciona que deberán considerarse escenarios probables y el peor escenario. Y considerarse fugas a través de un orificio del 20% de diámetro nominal del ducto; así como la ruptura total del mismo.
- Las condiciones de flujo, presión y temperatura de cada escenario se tomaron de la Filosofía de Operación proporcionada por **ENGIE/Tractebel**, así como también de las condiciones de operación indicadas durante las sesiones HAZOP.
- Para escenarios derivados de una alta presión se consideró la máxima presión de operación.
- Se consideraron tiempos de liberación de fuga en general de 30 minutos tomando los tiempos de respuesta definidos por el personal de **ENGIE/Tractebel** y apoyados de las referencias bibliográficas. Se toman como referencias los valores facilitados en Purple Book de TNO, pág. 4 y 5, de 5 minutos para sistemas de detecciones y cortes totalmente automático; 10 minutos, para sistemas remotos donde se detecta el fallo automáticamente en sala de control y el operador actúa mediante botonera y 30 minutos para los sistemas donde la detección es automática, pero son operados manualmente. En este caso se han tomado como principio de 30 minutos ya que los sistemas son operados manualmente. En este caso se han considerado escenarios con respuesta de 30 minutos de manera general.

- Se han considerado los siguientes parámetros de acuerdo con la Guía para la presentación del estudio de riesgo modalidad ductos terrestres emitida por SEMARNAT.

Tabla II. 2. Parámetros para estimación de consecuencias

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos.
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados.

- Para las simulaciones por explosividad, se considera en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada, a través del modelo TNT.
- Para el cumplimiento del PEOR CASO requerido en el estudio, se realizó la simulación de este suceso, definido como la liberación accidental por medio de la ruptura total del ducto, la cual resulta en la mayor distancia de sobre- presión y/o radiación térmica, de acuerdo con los criterios para definir las zonas de riesgo y amortiguamiento bajo la siguiente especificación: Inflamable/ explosiva. Rotura catastrófica del recipiente o de la línea de proceso o ducto (usando el modelo TNT por lo que la eficiencia de conversión de la energía utilizada es del 10%).

II.1.2 Resultados del Análisis de consecuencias

Los resultados del análisis de consecuencias de los escenarios bajo los criterios de “caso probable”, se presentan en la Tabla II.3 en donde se muestra el alcance de los efectos por radiación y sobrepresión de los eventos de riesgo evaluados. Así como, los escenarios considerados como el PEOR CASO, tratándose de rupturas totales de tubería y/o de consecuencias mayores.

En el [Anexo 2.1](#) se presentan las Hojas de datos de alimentación a PHAST de cada uno de los escenarios identificados, en donde se detallan las condiciones de simulación de cada escenario analizado.

En el [Anexo 2.2](#) se presentan los resúmenes emitidos por el Software PHAST para cada evento simulado.

En el [Anexo 2.3](#) se presenta la representación gráfica en el Diagrama de Radios de Afectación.

Tabla II. 3. Radios potenciales de afectación

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Clima	Incendio Jet fire (kW/ m²)			Explosión (psi)		
				1.4	5.0	12.5	1	0.5	3.0
N-1	N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión	D 5 m/s	71	51	43	74	75	72
N-1	N1-02	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.	D 5 m/s	48	36	31	43	44	42
N-2	N2-03	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión	D 5 m/s	9	7	n/a	n/a	n/a	n/a
N-2	N2-04	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.	D 5 m/s	46	34	30	43	44	42
N-2	N2-05	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio	D 5 m/s	44	33	28	32	33	31

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Clima	Incendio Jet fire (kW/ m ²)			Explosión (psi)		
				1.4	5.0	12.5	1	0.5	3.0
N-2	N2-06	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio	D 5 m/s	44	33	28	32	33	31
N-3	N3-07	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión	D 5 m/s	46	35	30	42	43	42
N-3	N3-08	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio	D 5 m/s	44	33	28	32	33	31
N3	N3-09	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión	D 5 m/s	194	137	112	262	267	258
N3	N3-10	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)" con ducto de 4"AC con posible incendio y explosión	D 5 m/s	98	70	59	106	108	103

Los radios de afectación se expresan en metros (m).

n/a: No alcanza

II.2 Interacciones de riesgo

Para realizar un análisis e interpretación de los riesgos y su magnitud a los que se encuentra expuesto el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, se describen los siguientes conceptos:

- BLEVE y bola de fuego “Fireball”: Reventamiento de equipos por aumento de presión acompañado por incendios de las nubes formadas en forma de bolas de fuego.
- Dardo de fuego o “jet-fire”: Combustión que se produce a la salida de un gas o líquido a presión.
- Explosiones, sobrepresiones o UVCE: Deflagración explosiva de una mezcla de aire-combustible que se halla en un espacio amplio, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Para la interacción de riesgos también se tomará en cuenta nuevamente los parámetros establecidos por SEMARNAT de acuerdo con los riesgos de incendio y explosión de acuerdo con los límites establecidos a continuación:

Tabla II. 4. Parámetros para estimación de consecuencias e interacciones de riesgos

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos
	Zona de alto riesgo por daño a equipos – Límite inferior de daño	3.0 psi	Daños estructurales importantes
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados
	Zona de alto riesgo por daño a equipos – Límite inferior de daño	12.5 kW/m ²	Daños estructurales importantes

En la siguiente tabla se muestran las frecuencias de fallos de las causas, que derivado del HAZOP y Análisis Preliminar se determinaron, con el fin de poder discernir aquellos escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia en función de este criterio.

Para este análisis se determina las frecuencias de las causas de cada uno de los escenarios simulados:

Tabla II. 5. Frecuencias de fallos de causas

Nº Escenario	Causas	Escenario de riesgo	Frecuencia sin salvaguarda	Referencia	Salvaguarda física	Longitud tubería m	Frecuencia con salvaguarda
N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP1	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión.	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año
N1-02	Taponamiento de filtros FG-001/002 del City Gate	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.	2x10-5 ocasiones/año	API 581 pág. 2.16	2 Filtros	n/a	4x10-5 ocasiones/año
N2-03	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN)	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión.	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año
N2-04	Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM)	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.	1x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	4	4x10-6 ocasiones/año
N2-05	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	47.6	7.1x10-5 ocasiones/año
N2-06	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de ferrocarril	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	150	2.25x10-4 ocasiones/año
N3-07	Desgaste de materiales filtros, internos de reguladores	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión.	2x10-5 ocasiones/año	API 581 pág. 2.16	2 Filtros	n/a	4x10-5 ocasiones/año

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí
 Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Nº Escenario	Causas	Escenario de riesgo	Frecuencia sin salvaguarda	Referencia	Salvaguarda física	Longitud tubería m	Frecuencia con salvaguarda
N3-08	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	44	6.6x10-5 ocasiones/año
N3-09	Golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	98	1.47x10-4 ocasiones/año
N3-10	Golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 4"AC con posible incendio y explosión.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	n/a	30	4.5x10-5 ocasiones/año

II.2.1 Escenarios más probables

A continuación, se agrupan los escenarios que resultaron con mayor probabilidad, los cuales se consideran como los más probables, en función de su causa y de sus resultados en la estimación de consecuencias:

Tabla II. 6. Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo de escenarios probables

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N2-06	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio.	2.25x10 ⁻⁴ ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 33 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a las vías de ferrocarril de carga. No se observa afectación a personal, siendo una zona industrial. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 32 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 33 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa al igual que radiación térmica, una afectación a las vías de ferrocarril de carga. No se observa afectación a personal, siendo una zona industrial.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N3-09	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión.	1.47x10-4 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 137 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 194 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa tanto para la zona de alto riesgo como de amortiguamiento, una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua y 30% de la empresa Ibiden y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 70 personas afectadas que se encuentren en las industrias. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 262 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 267 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa para la zona de alto riesgo y amortiguamiento, una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua, 50% de la empresa Ibiden, industria de autopartes y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 100 personas afectadas que se encuentren en las industrias.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión.	2x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 51 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 71 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 74 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 75 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas.
N2-03	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión.	2x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 7 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 9 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a la propia ERM de la empresa TAXAN. NO se estima afectación a personas.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N1-02	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.	4x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 36 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 48 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 43 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N3-07	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión.	4x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 35 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 46 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación a la zona de estacionamiento de la industria FCC de autopartes y a los automóviles que pasen por la Avenida Europa. Se estiman 10 automóviles aproximadamente, es decir unas 40 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 42 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 43 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación a la zona de estacionamiento de la industria FCC de autopartes y a los automóviles que pasen por la Avenida Europa.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N3-10	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 4"AC con posible incendio y explosión.	4.5x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 70 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 98 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación al 50% de la empresa Motherson y la 57.ERM y a los automóviles que pasen por la Avenida Detroit. Se estiman 10 automóviles aproximadamente, es decir unas 40 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 106 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 108 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación al 50% de la empresa Motherson, la 57.ERM, a la empresa Vynmsa y a los automóviles que pasen por la Avenida Detroit. Se estiman 10 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N3-08	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio.	6.6x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 33 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga. Se estiman 20 automóviles aproximadamente, es decir unas 40 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 32 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 33 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga. Se estiman 20 automóviles aproximadamente, es decir unas 40 personas.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N2-05	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio.	7.1x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 33 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a la 16.ERM Metal Technologies y a los automóviles que pasen por la Av. Eje dos. Se estiman 10 automóviles aproximadamente, es decir unas 20 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 32 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 33 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Av. Eje dos. Se estiman 10 automóviles aproximadamente.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N2-04	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.	4x10-6 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 34 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 46 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a un extremo de HYUNNAM y la 18.ERM. No se estima personal afectado salvo los que transiten por el lugar. 9 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 43 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a un extremo de HYUNNAM y la 18.ERM. No se estima personal afectado salvo los que transiten por el lugar.

II.2.2 Escenario PEOR CASO

El peor caso se identificó como aquel o aquellos que tiene la mayor afectación a personal en su zona de alto riesgo, y una vez analizados los escenarios se determina que son N3-09, N1-01 cuyas consecuencias sobre el sistema ambiental se presentan en mayor dimensión. Ver Tabla II.7.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Tabla II. 7. Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo PEOR CASO

Nº Evento	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental
N3-09	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión.	1.47x10-4 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 137 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 194 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua y 30% de la empresa Ibiden y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 70 personas afectadas que se encuentren en las industrias. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 262 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 267 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa para la zona de alto riesgo y amortiguamiento, una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua, 50% de la empresa Ibiden, industria de autopartes y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 100 personas afectadas que se encuentren en las industrias.

Nº Evento	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental
N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión.	2x10 ⁻⁵ ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 51 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 71 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 74 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 75 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas.

Nº Evento	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental
N1-02	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.	4x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 36 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 48 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 43 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 44 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo y amortiguamiento se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente.

II.3 Medidas Preventivas

Las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia que se identificaron en el análisis de riesgos y que por tanto se justifica la compatibilidad del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, con la infraestructura pretendida e instalada, son:

Tabla II. 8. Medidas Preventivas.

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
N-1	N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión	1. PMV-001. 2. PSV-001/002. 3. Segundo tren de regulación. 4. PMV-002. 5. PCV-002. 6. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 7. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 8. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad del City Gate por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 9. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 10. Enlace de la información del City gate al programa de TALON, donde se obtiene reportes de variables de operación de presión, temperatura y flujo.
N-1	N1-02	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.	1. PMV-001. 2. PSV-001/002. 3. Segundo tren de regulación. 4. PMV-002. 5. PCV-002. 6. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 7. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 8. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad del City Gate por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 9. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 10. Enlace de la información del City gate al programa de TALON, donde se obtiene reportes de variables de operación de presión, temperatura y flujo.

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
N-2	N2-03	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión	1. Regulador monitor en tren principal 2. Válvula de seguridad del tren principal. 3. Segundo tren de regulación. 4. Regulador monitor en tren secundario 5. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 6. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 7. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 8. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
N-2	N2-04	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.	1. Plan de Prevención de daños. 2. Difusión a las autoridades locales y municipales plan de prevención de daños. 3. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
N-2	N2-05	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio	1. Plan de Prevención de daños. 2. Difusión a las autoridades locales y municipales plan de prevención de daños. 3. Recorridos de celaje periódico. 4. Malla de señalización con "Advertencia de gas natural" para todos los diámetros de tubería de AC. 5. Postes de señalización para ductos de AC. 6. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
N-2	N2-06	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio	1. Requisitos solicitados por los concesionados para realizar los cruces en sus instalaciones. 2. Plan de Prevención de daños. 3. Recorridos de celaje periódico. 4. Postes de señalización para ductos de AC. 5. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 6. Barreras mecánicas como encamisados.
N-3	N3-07	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión	1. Especificación de materiales de la ERM, con base en la normatividad nacional e internacional. 2. Pruebas de hermeticidad previas a la puesta en operación de acuerdo con la normatividad. 3. Programa de instalaciones aéreas, incluyendo revisión con indicadores de gas combustible (explosímetros). 4. Programas de reemplazo de componentes de equipos incluido en el programa de mantenimiento.

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
N-3	N3-08	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio	1. Requisitos solicitados por los concesionados para realizar los cruces en sus instalaciones. 2. Plan de Prevención de daños. 3. Recorridos de celaje periódico. 4. Postes de señalización para ductos de AC. 5. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
N3	N3-09	Fuga de gas debido a Interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión	1. Requisitos solicitados por los concesionados para realizar los cruces en sus instalaciones. 2. Plan de Prevención de daños. 3. Recorridos de celaje periódico. 4. Postes de señalización para ductos de AC. 5. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
N3	N3-10	Fuga de gas debido a Interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)" con ducto de 4"AC con posible incendio y explosión	1. Requisitos solicitados por los concesionados para realizar los cruces en sus instalaciones. 2. Plan de Prevención de daños. 3. Recorridos de celaje periódico. 4. Postes de señalización para ductos de AC. 5. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.

Cabe señalar que, en la aplicación de la metodología, se han incluido medidas preventivas (salvaguardas) a otros posibles escenarios que incluso han resultado con riesgo bajo.

II.4 Efectos sobre el sistema ambiental

Para el análisis del efecto de los radios de afectación sobre el sistema ambiental, se consideró a los **asentamientos humanos**.

Tomando en cuenta los escenarios PEOR CASO, por efecto de una radiación térmica y sobrepresión, el daño esperado es a aproximadamente 70 personas que se encuentran dentro del radio de afectación. Para estos escenarios se ha considerado Fuga de gas natural debido a Interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC, cuyas probabilidades de presentarse el evento son bajas, las consecuencias altas debido al tamaño de fuga de ducto y presión. Ver tabla anterior.

Inundaciones/Deslave (agua). Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación, en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de canales de agua; ya que, con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por canal, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encontrarán en cruzamientos de canal y adosados al puente a una altura del nivel de este de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes a sus nodos de análisis siendo los indicados en la Tabla III.10. En la Tabla III.9 se muestran las coordenadas de los cruces de canales:

Tabla II. 9. Coordenadas de cruces de canales de agua.

Clave	Nombre de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Inicio de cruce (km)	Fin de cruce (km)	Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)			
					Inicio		Fin	
					X	Y	X	Y
1.CA	Cruce ATCO	Arroyo	0+316.26	0+346.27	305225.4939	2436793.3093	305255.4559	2436794.8035
2.CA	Cruce con cuerpo de agua	Canal	7+961.29	7+991.29	305023.9810	2435404.0468	305043.7862	2435381.5134
3.CA	Cruce con cuerpo de agua	Arroyo	0+902.73	0+932.73	304382.6752	2434770.4768	304378.9723	2434741.0635

Tabla II. 10. Efectos del Sistema Ambiental

Cruces	Polígono	Material presente en la fuga	Daño ambiental
1.CA	2	5,607 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.
2.CA	2	5,607 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.
3.CA	2	10,339.5 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Recomendaciones Técnico-Operativas	1
Tabla III. 2. Coordenadas de válvulas de seccionamiento	3
Tabla III. 3. Coordenadas de válvulas de clientes	4
Tabla III. 4. Programa de mantenimiento de ductos	6
Tabla III. 5. Programa de mantenimiento para ERM	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1. Diseño para la instalación de válvulas	2
Figura III. 2. Perfil de colocación de válvulas	3

ÍNDICE GENERAL

III.	Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental.....	1
III.1	Recomendaciones Técnico-Operativas	1
III.2	Sistemas de Seguridad.....	2
III.2.1	Válvulas de seccionamiento	2
III.3	Medidas Preventivas. Programa de Mantenimiento	6
III.3.1	Programa de mantenimiento gasoductos	6
III.3.2	Frecuencia de patrullaje	6
III.3.3	Detección Sistemática de fugas.....	7
III.3.4	Mantenimiento.....	7
III.3.5	Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas.	8
III.3.6	Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición	10
III.3.6.1	Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento.....	11

III. Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental

III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas

Como resultado de la aplicación para la identificación de peligros y riesgos y su evaluación de consecuencias del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, se presentan las recomendaciones técnico-operativas:

Tabla III. 1. Recomendaciones Técnico-Operativas

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el City Gate SLP1.	1
2	Definir la evaluación de desempeño al personal que realiza actividades de mantenimiento en el City Gate SLP1.	1
3	Definir un proceso documental para asegurar un correcto seguimiento y cumplimiento de control de cambios.	1,2,3
4	Proyecto de enlace de la información de ductos y ERM's, al programa de TALON, donde se obtiene reportes de variables de operación de presión, temperatura y flujo.	1,2,3
5	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en alguna ERM por fuego externo.	2,3
7	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en los cruces de ferrocarril.	2
8	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el cruce de carretera VR11-VR12.	3

Cabe señalar que adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto.

Se concluye que la situación que guarda el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

III.2 Sistemas de Seguridad

A continuación, se presentan los sistemas de seguridad con que contará el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**.

III.2.1 Válvulas de seccionamiento

Para el proyecto se colocarán válvulas en la red de tal forma que cumplan con el apartado 6.6.3.1. de la norma, mismo que a la letra dice:

“En los Sistemas de distribución se deben instalar Válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.”

Para cumplir con esto se diseñará el sistema de distribución considerando redes que permitan seccionar áreas definidas, mismas que estarán seccionadas por válvulas, todo esto tratando de respetar, a menos que las condiciones de la zona lo impidan, el siguiente esquema de diseño:

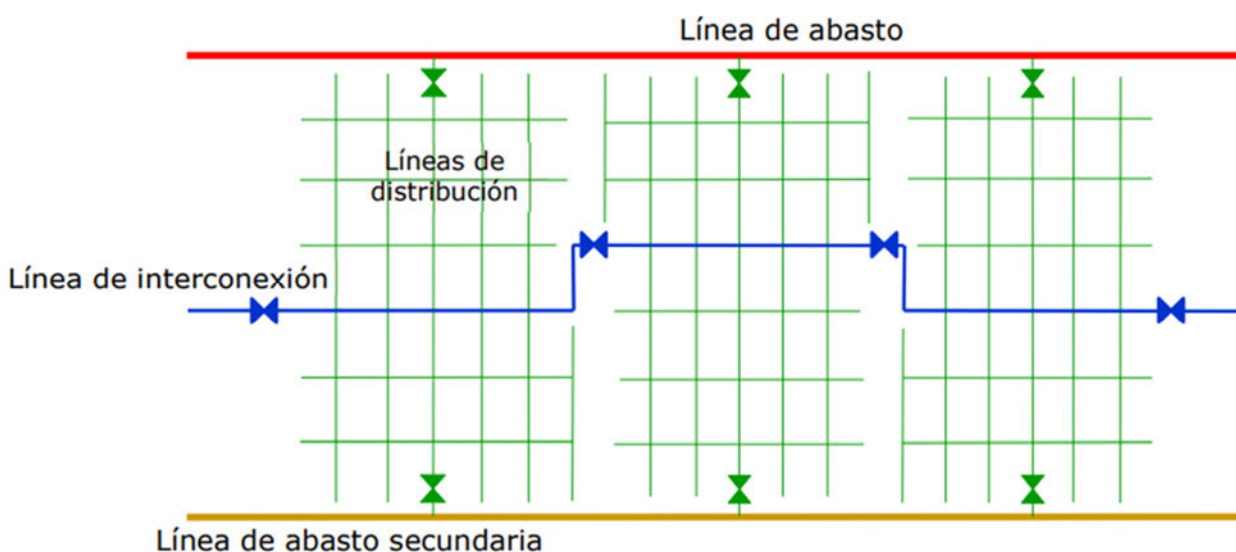


Figura III. 1. Diseño para la instalación de válvulas

La colocación de las válvulas se realizará de preferencia en banquetas o en lugares de fácil acceso de acuerdo con los criterios constructivos de Tractebel, mismos que están basados y enfocados al cumplimiento de la norma. Ver figura siguiente.

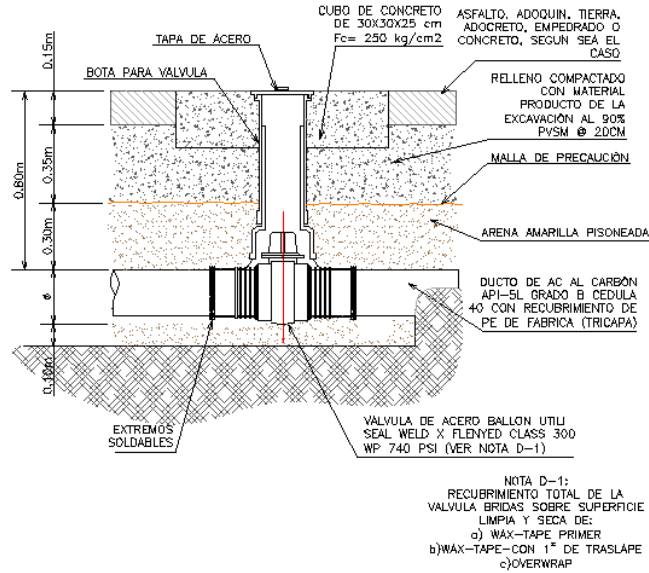


Figura III. 2. Perfil de colocación de válvulas

Nota: Se considerarán solo los diámetros que apliquen al proyecto

Las coordenadas de las válvulas se muestran en las siguientes tablas.

Coordenadas válvulas de seccionamiento

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

Coordenadas válvulas clientes

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

Además, en el sistema se integran los siguientes sistemas de seguridad:

- Segundo tren de regulación en las ERM que de acuerdo con especificación de diseño, lo incluye.
- La construcción de ductos de AC se realiza a una profundidad mayor a la indicada en la norma.
- Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas.
- Dictámenes técnicos que aseguran la integridad del City Gate y ERM's por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA, tanto en la fase de diseño como en pre arranque de cada proyecto.
- Malla de señalización con "Advertencia gas natural" para todos los diámetros de tubería que se aloje enterrada.
- Sistema de Odorización de gas.

- Postes de señalización sobre la trayectoria del ducto.
- Las estaciones de regulación y medición pueden o no venir con el gabinete de protección, en caso de traer gabinete solo se pide una construcción de un enmallado y su techumbre de concreto, en caso de no contar con el gabinete se tiene que realizar una obra civil con muro, celosía y su losa de concreto
- Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
- Plan de Prevención de Daños (PPD).
- Difusión a las autoridades locales y municipales del plan de prevención de daños.
- Entrenamiento inicial y periódico de trabajos de soldadura en ductos.
- Aseguramiento que los técnicos cuenten con la certificación para soldadura de AC.
- Apego a los AR para la actividad y a los procedimientos de operación.
- Uso de herramienta anti-chispa acorde a las Actividades.
- Uso de EPP anti-estática acorde a las actividades.

Dada la naturaleza del proyecto, para la atención de eventos extraordinarios, en el City Gate se cuenta con varios extintores incluyendo de carretilla y portátiles, adicional en cada ERM se cuenta con un extintor, la intervención primaria es la aplicación del Protocolo de atención a emergencias, y consiste en brindar un servicio de emergencia las 24 horas del día, durante los 365 días del año de manera ininterrumpida. Para ello, se cuenta con vehículos equipados con extintores, detectores de gas combustible, herramientas adecuadas, accesorios y personal capacitado para atender cualquier emergencia en el sistema de distribución y controlar las fugas de manera eficiente.

Los eventos relacionados a las llamadas de emergencia que reportan clientes, autoridades o público en general se deben atender tomando en cuenta lo siguiente:

Es responsabilidad de la Dirección de HSSE a través del Centro de Operaciones de Seguridad (COPS), la atención de las llamadas de emergencia, el registro de estas en sistema y la trasmisión del evento al personal técnico de la Distribuidora en donde se presenta la situación.

Cada una de las Distribuidoras es responsable de la atención en sitio de las llamadas de emergencia en su zona o sistema de distribución.

Algunos elementos de emergencia con que se cuenta pueden ser:

- Herramientas adecuadas (abrazaderas de alta presión para tubería de acero, manerales especiales para las válvulas de seccionamiento del sistema de alta presión y de baja presión, juego de llaves –españolas, mixtas, estándar, stilson, allen, “llave ajustable”- y herramienta antichispa, juegos de desarmadores) adecuados para su uso en el sistema de transporte y distribución de gas.

- Equipos de detección de gas portátiles, mascarillas con manguera de respiración, botiquín portátil de primeros auxilios para atención remota, varillas de señalización, arnés y línea de vida.
- Elementos de señalización tales como cinta de advertencia.
- Equipos especiales para obturación de gas y perforado de las tuberías en operación.

III.3 Medidas Preventivas. Programa de Mantenimiento

III.3.1 Programa de mantenimiento gasoductos

Cada Regional perteneciente a ENGIE México establece un Programa de Mantenimiento Anual, mismo que es revisado y autorizado por el Gerente de O&M o Gerente Técnico, que incluye los mantenimientos preventivos a las instalaciones del Sistema de Distribución, en este apartado se describe lo concerniente a gasoductos. El Programa de Mantenimiento Anual contempla los siguientes planes de trabajo:

Tabla III. 4. Programa de mantenimiento de ductos

Plan de Trabajo	Frecuencia
Gasoductos	
Patrullaje o Celaje de Ductos	Mensual
Detección Sistemática de Fugas	Anual
Mantenimiento, Limpieza y Pintura de Válvulas y Registros	Semestral
Plan de Prevención de Daños	Permanente
Control de Señalización	Semestral
Reclasificación de Clase de Trazado de Gasoductos en Servicio.	Anual

III.3.2 Frecuencia de patrullaje

La frecuencia de los patrullajes de la Red Principal y de la Red de Media Presión está determinada por la severidad de las condiciones que pudieran causar fallas o fugas y un peligro potencial para la seguridad pública. Teniendo en cuenta estos factores, ENGIE MÉXICO adopta en principio el siguiente criterio: la totalidad de las líneas se patrullan.

- *En vehículo, una vez por mes;*
- *A pie, una vez por año (junto con la Detección Sistemática de Fugas)*

El programa de patrullaje se lleva a cabo conjuntamente con otros tipos de inspecciones programadas tales como:

- *Detección Sistemática de Fugas.*

- *Monitoreo de Protección Catódica.*
- *Patrullaje de Válvulas.*

Previo al inicio del recorrido: El Jefe de Ductos o Jefe de O&M entregará al Técnico que realizará las funciones de patrullaje, copias de la Orden de Trabajo correspondientes, con la documentación indicada en la misma: planos de las líneas a patrullar y el listado con el recorrido programado donde se detallan los puntos claves a inspeccionar (cruces de calles y vías férreas, pasos aéreos, instalaciones, señales, cambios de trazado, válvulas de bloqueo, etc.) y copia en blanco de los siguientes formatos:

- *Formato DISTRIBUCIÓN-MAN-PR-01-FO01 "Patrullaje de Gasoductos".*

El Técnico que realiza las funciones de patrullaje esta alerta en la detección de anomalías tales como: • Hundimiento, derrumbe y erosión de zanjas.

- *Instalaciones dañadas o vulnerables a daños.*

III.3.3 Detección Sistemática de fugas

El Técnico de Detección de Fuga debe inspeccionar tanto la tubería principal como los ramales hasta llegar a los registros de válvulas de servicio ubicadas sobre el límite de propiedad de cada cliente, donde se realizará un muestreo de la atmósfera interna empleando el equipo de indicador de gas combustible (IGC).

El Técnico de Detección de Fuga podrá realizar su recorrido y donde sea posible con el vehículo equipado con el IGC del tipo OMD a una velocidad máxima de 20 km/hr o a pie a un ritmo lo suficientemente lento ($\leq 1,5$ km /h) teniendo en cuenta la velocidad de respuesta del equipo, como para permitirle que le indique la presencia de una atmósfera aire - gas. En su recorrido, está alerta con respecto a las condiciones del sistema de distribución y servicios en general, para informar sobre toda condición que afecte la segura operación del sistema. Mientras camina, el Técnico de Detección de Fuga verifica además la presencia de gas en las fuentes de venteo cercanas a la tubería principal o servicio, como ser:

- *En grietas del pavimento y aceras;*
- *En registros o accesos a sistemas de gas, electricidad, teléfonos, agua y desagües.*
- *En indicaciones de vegetación marchita o que se está marchitando;*
- *En otros lugares que ofrezcan la oportunidad de hallar gas venteando.*
- *En cada válvula enterrada y/o derivaciones con accesorios.*

III.3.4 Mantenimiento

Durante el recorrido mensual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje sólo se limita a verificar la ubicación, correcta visibilidad de las señales y la existencia de cualquier anomalía.

Durante el recorrido anual de inspección, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje verifica el estado de cada una de las señales indicadas en la Orden de Trabajo, controlando el estado de la pintura.

De ser necesario trabajos de mantenimiento detectados en el recorrido anual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje lo dejará asentado en la Orden de Trabajo, para luego actualizar la base de datos del sector. En la Orden de Trabajo, indicará el código de falla correspondiente.

Para aquella señalización que requiera reparación y mantenimiento, el plazo máximo para su acondicionamiento no superará los 6 meses.

En los recorridos de patrullaje o de detección sistemática de fugas, podrán identificarse puntos donde las condiciones externas hagan necesaria y conveniente la instalación de nueva señalización o de señalización adicional. Esto se registrará como un código de falla y deberá ser implementado con la celeridad que determine el caso.

A continuación, se detallan en lo general las precauciones a tomar para la ejecución de los trabajos de mantenimiento en estaciones de regulación y medición de presión. Para más detalle referenciarse al Instructivo “Trabajos en Espacios Confinados”, vigente.

- *Debe alejarse del área toda fuente posible de ignición tales como cigarrillos, sopletes, motores encendidos, etc., excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo.*
- *El Técnico se asegura de la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar.*
- *Dentro de los registros o recintos deben utilizarse linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad.*

III.3.5 Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas.

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El jefe de Ductos/Jefe O&M entregará al Técnico copia de la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los formularios o formatos que correspondan.

El jefe de Ductos/jefe de O&M verificará que el técnico disponga de todos los elementos requeridos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, y que estos se encuentran en condiciones de ser utilizados. En particular, se verificará en algunos días de forma aleatoria que el Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente de acuerdo con el procedimiento específico descrito en el manual de operación/instrucciones provisto por el fabricante.

Se deberá verificar que el técnico cuenta con lentes, casco, ropa de algodón, botas con punta de poliamida (dieléctricos), tapones auditivos, mascarillas y guantes y todo el equipo de protección personal necesario para sus actividades.

En el caso de requerir un mantenimiento para localizar, reubicar, reparación para eliminar fuga o realizar cualquier otro trabajo que requiera excavación y mayor presencia de personal de ser necesario, se deberá coordinar previamente con el personal de la empresa contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos.

Además, se deberá verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

Al tener todas las válvulas dentro de las llamadas “chimeneas”, “botas”, extensiones plásticas, no tenemos Riesgo de trabajar en espacio confinados, en caso contrario deberán ser marcados y registrados en el listado de control que tiene cada regional sobre cada punto y seguir las indicaciones en el Instructivo TECNICA-M-PR-01-IN02* “Trabajos en Espacios confinados subterráneos”.

Tareas del Inspector o Técnico

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El Inspector o Técnico tendrá que contar con la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los siguientes formatos:

Formato “Mantenimiento de Válvulas de acero ” para registrar el trabajo realizado.

Se verificará que cuente con todo su EPP necesario para la actividad, así como con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos a cuáles corresponda, de deberá disponer de sus certificados de calidad.

Además, se debe verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

En campo

En el exterior del registro/bota de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura (donde aplique).*
- *Verificación de los elementos de protección (donde aplique).*
- *Verificar con el IGC que no exista presencia de metano, en caso contrario deberá notificar a su jefe*

Inmediato para programar la reparación dependiendo de la concentración registrada.

- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original. Preferentemente ubicar con coordenadas geográficas para una mejor localización a futuro.*
- *Los inspectores llevarán junto a la orden de trabajo el formato.*
- *Verificará el estado del acceso plástico, siempre deberá ser aspirado.*
- *La válvula deberá ser operada 1/8 de vuelta y regresada a su posición original,*
- *“Mantenimiento de Válvulas de acero”.*

Los trabajos de mantenimiento anual de válvulas de emergencia podrán ser realizados en conjunto con el programa de detección sistemática de fugas de la línea o bien de manera independiente y los mismos consistirá en:

En el interior del registro de válvula:

- *Prueba de cierre de las válvulas.*
- *Verificar no tener presencia de metano con IGC.*

En el exterior del registro de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura.*
- *Verificación de los elementos de protección.*
- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original.*

III.3.6 Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición

El programa de mantenimiento a ejecutar de los distintos subsistemas que comprende una ERM se desarrolla con un protocolo de verificación e inspección dividido en cuatro planes de mantenimiento acorde a su frecuencia para corroborar los valores óptimos de operación, estado de las instalaciones y equipos los cuales deben encontrarse en los rangos óptimos de operación, si no fuese el escenario permite determinar las posibles causas de una desviación, los pasos para evitar las desviaciones y tomar las acciones correctivas para mitigarlas.

Los planes de Mantenimiento acorde su frecuencia y el código del formato a ser llenado es el siguiente que avale se ha completado las tareas descritas en este procedimiento:

Tabla III. 5. Programa de mantenimiento para ERM

Frecuencia Planes Mantenimiento	Clave
Plan de Mantenimiento Mensual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO01
Plan de Mantenimiento Trimestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO02
Plan de Mantenimiento Semestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO03

Frecuencia Planes Mantenimiento	Clave
Plan de Mantenimiento Anual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO04

Este esquema de inspecciones y mantenimiento manejado por la compañía de distribución es desarrollado para atender las normas de seguridad exigidas en el sistema de gestión integrado de Salud Ocupacional y Medio Ambiente de ENGIE, del título de permiso de Distribución de Gas Natural, la normativa aplicable tanto nacional como extranjera y a las mejores prácticas de la industria en cumplimiento con la adecuada medición de la cantidad y calidad de gas natural, conforme se establezca en las disposiciones aplicables.

III.3.6.1 Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento.

El jefe de Operación y Mantenimiento conforma la cuadrilla de trabajo; el personal asignado a los trabajos compuesto al menos por dos técnicos de alta presión y en algunos casos particulares con el apoyo de un contratista externo para la ejecución de determinados trabajos.

El jefe de Operación y Mantenimiento entrega al Técnico de alta presión la orden de trabajo junto con la copia en blanco de los formatos que correspondan

El jefe de Operación y Mantenimiento debe asegurarse que se hayan identificado los peligros y evaluación de riesgos asociados con las actividades a emprender acorde al formato SEGURIDAD-PR-02-FO01 y estos a su vez a la cuadrilla de trabajo a ejecutar las actividades se les haya comunicado las medidas de control implementadas para su mitigación o disminución del riesgo apoyándose del supervisor HSSE para los contratistas y/o proveedores.

El jefe de Operación y Mantenimiento notifica de los espacios confinados y su clasificación que el técnico de alta presión entrará si es el caso para completar su labor este deberá estar descrito en el análisis de riesgo. Designando a un responsable de los trabajos en espacios confinados y al menos, un vigía.

El Técnico de Alta Presión verifica el vehículo para ser utilizado en su traslado cuente con gasolina suficiente y este guarde las condiciones mecánicas pertinentes (revisión nivel de aceite, frenos, anticongelante y líquidos para frenos), y empleara técnicas de manejo a la defensiva en la conducción del vehículo.

El Técnico de Alta Presión revisa de tener todos los elementos para ejecutar las tareas encomendadas: herramientas, equipo patrón y refacciones necesarias para conducir la verificación y/o mantenimiento de los instrumentos y equipos.

El Técnico de Alta Presión revisa IGC acorde el numeral 5.3.8 del apartado de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de este procedimiento.

El Técnico de Alta Presión se coordina previamente con el personal contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos cuando la actividad lo amerite.

El jefe de Operación y Mantenimiento y el Técnico de Alta Presión se asegura, antes de comenzar los trabajos, que todos los permisos de trabajo han sido firmados y los análisis de riesgo correspondientes se llevaron a cabo y han sido entendidos por todos los involucrados en una “reunión de inicio de jornada”.

Al arribó de la Estación de Regulación y Medición

El Técnico de Alta Presión debe ingresar al predio caminando para tomar una lectura con el IGC y este deberá ser un valor inferior del 100% LEL que en su caso es del 4,5 % de gas natural en concentración con respecto al aire, se continuará realizando el monitoreo de gases continuo en el área de trabajo y circundante. El monitoreo debe no ser mayor del 60% para ingresar a la instalación. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento adicionalmente al C.O.P.S. para detonar plan de respuesta a emergencia.

El Técnico de Alta Presión podrá ingresar el vehículo al predio de la ERM sólo si le ha colocado matachispas (arresta llamas) en el escape de gases. Los vehículos se quedan con el motor apagado mientras se realizan trabajos y se ubican en los lugares permitidos, estacionados de frente a la salida.

El Técnico de Alta Presión en caso de requerir iluminación dentro del predio de la Estación de Regulación y Medición empleara linternas, lámparas portátiles de tipo maxilite y/o extensiones del típico intrínsecamente seguro y las conexiones o desconexiones se realizan siempre fuera del área de seguridad. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión colocara e instalara escaleras o plataformas aptas para trabajos a realizarse a una altura inferior de 1.8 metros cuando la actividad lo amerite, si es necesario trabajar en una altura mayor habrá de realizarse un análisis de riesgo que contemple trabajo en altura para la locación en particular comunicándolo al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión debe disponer de un plan de trabajo específico para realizar trabajos en espacios confinados, en el escenario que el jefe de Operación y Mantenimiento lo haya indicado y categorizado el mismo. En todo momento seguir el procedimiento crítico “Trabajo en espacios confinados subterráneos” (versión vigente).

El Técnico de Alta Presión de identificar si va a realizar un mantenimiento mayor sobre los ramales/subsistemas de filtración, regulación, medición o cualquier segmento de tubería que se encuentre bajo presión se deberá apegar al anexo A “Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso” del presente procedimiento y tomar las lecturas para la cuantificación del “venteo de hidrocarburo” indicados en el instructivo del Anexo B del presente procedimiento.

Ejecución del Programa de mantenimiento

Una vez tomadas las medidas de seguridad correspondiente y de haber realizado todos los controles previos al ingreso de la ERM, se comienza con la inspección y controles en los distintos subsistemas y componentes de la ERM. Los cuales incluyen las tareas que se detallan a continuación y quedan registradas

por el Técnico en alta presión en el formato indicado “Frecuencia de Planes de mantenimiento”, acorde el plan de mantenimiento a ejecutar a los siguientes rubros:

- *Instalación Física*
- *Sistema de filtración*
- *Sistema de regulación*
- *Sistema de medición (elementos primarios)*
- *Sistema de medición (elementos secundarios)*
- *Sistema de medición (elementos terciarios)*
- *Sistema de seguridad PSV*

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Instalación Física	1. Registrar el estado general de la ERM: i. Anotar si se observan signos de vandalismo ii. Indicar el Estado de la cerradura iii. Indicar el Estado de la concertina/caseta iv. Indicar el correcto estado de tierras físicas acorde al diseño de la instalación v. Indicar si cuenta con electricidad la estación en caso de requerir vi. Indicar si posee extintor cargado y vigente vii. Indicar si tiene indicios de corrosión algún spool de tubería o soportería. 2. Revisar carteles de advertencia acorde la NOM-018-STPS-2015, deberá indicar: i. Nombre se la sustancia química peligrosa (Gas Natural mezcla) ii. La palabra “peligro” iii. Los pictogramas acorde al dimensionamiento señalado en la presente norma:   adicionalmente en el tanque/cilindro a presión:  (Gases a presión) iv. Los códigos de identificación de peligros “H”. Deberán completarse su revisión con la HDS en mano que proporcione el área de salud, seguridad y medio ambiente en recipientes - H220 - Gas extremadamente inflamable – Categoría 1 - H280 - Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta (los contenidos en cilindros)		

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Instalación Física	3. Realizar una inspección visual de las señales de seguridad e higiene de la estación: i. Revisar el uso símbolos y letras equipo protección personal pueden ser los mostrados en la Guía "I" de la NOM-018-STPS-2015 (recomendación) pero habrá de respetar el numeral 8.2 NOM-026-STPS-2008: *La utilización de la forma geométrica acorde su significado:  *La dimensión del cartel como mínimo debe ser 125 cm², si es necesario una distancia máxima de observación que supere los 5 m aplicar la fórmula del numeral 8.2 ii. Registrar el uso del color amarillo para la identificación de tuberías que conducen gas natural, como criterio de identificación de riesgo de fluido peligroso debe respetar: *La tubería debe estar pintada todo lo largo y cubrir toda la circunferencia, o; *Pintar la tubería con bandas de identificación debiendo cubrir toda la circunferencia de la tubería, incrementándolas en proporción al diámetro exterior *Uso de una flecha que indica la dirección del fluido (cada 10 m y cercanía de válvulas) 4. Ejecución de los trabajos i. Inspección de fugas, Aplicación de agua jabonosa o de otras soluciones tensoactivas que formen espuma, para detectar una fuga en una instalación de gas expuesta. *Si se detecta una fuga que no puede ser eliminada de forma inmediata el técnico deberá realizar un reporte con su ubicación de la brida y/o equipo que presenta fuga ii. Limpieza de la estación y techumbre empleando una hidrolavadora (retiro de basura) iii. Engrasar la cerradura NOTA: De detectar una desviación en la instalación Física de los rubros citados se deberá anotar en el recuadro de observaciones y se deberá genera un plan de acción para su corrección por el Jefe de Operación y Mantenimiento.		
Sistema Filtración	1. Registro de lecturas de indicadores y toma de acción (transmisor de Presión diferencial y nivel) i. Registrar y comparar la lectura indicada de Presión diferencial si es >15 psi ii. Registrar el nivel de contenido de líquidos y responder si su nivel supera el 70% iii. Cualesquiera de la respuesta afirmativa de pasos i y ii Es necesario reemplazar los elementos filtrantes y/o drenar, acorde el anexo A del presente procedimiento y DIG-MAN-ERM-PR-01-IN01 INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO A SISTEMAS DE FILTRADO		
Sistema Regulación	1. Registrar el posicionamiento y medir las lecturas de presión de entrada y salida de las válvulas de control de presión y de tomas de presión en líneas de control. i. Validar y controlar su correcta posición acorde su función; normalmente abierta o normalmente cerrada. 2. Limpieza externa de la válvula y revisión de la integridad de las acometidas eléctricas y señales de control neumáticas. 3. Inspección de fugas	1 Verificar que la diferencia porcentual entre los "set point" de las válvulas activo y monitor tengan una diferencia cuando mínimo de 1 Kg/cm² bajo ninguna circunstancia será mayor el set a la PMO que comprometa la recepción del gas al cliente (NOM-03-ASEA-2016)	1. Reemplazar los elementos filtrantes en líneas de control 2. Limpie e Inspeccione la jaula donde resguarda la manga de goma de la caja aguas arriba y aguas abajo. En válvulas de tipo axial i.Reemplazar si está dañado 2. Si se determina que el funcionamiento de las válvulas reguladoras no es aceptable para un funcionamiento normal de la estación se realiza su inspección de internos y remplazo de diafragmas, mangas y empaques de sellos si es necesario acorde a su modelo
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo con instructivo: DIG-MAN-ERM-01-IN03 MANTENIMIENTO REGULADORES DE PRESIÓN		

Elementos Primarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	1. Inspección de Fugas 2. Revisión física y hermeticidad de las válvulas de bloqueo de entrada y salida del brazo de medición y/o by pass. 3. Revisión de los elementos primarios: - Detectar humedad o líquido presente en el Index - Estado físico (golpes, oxidación, humedad) - Emisión de algún sonido inusual en los internos - Revisión y limpieza del medidor de tecnología "placa de orificio" - Lubricación del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo"	1 Revisión y limpieza del medidor: - Spin test del medidor de tecnología "turbina" - Descarga de Diagnósticos del medidor tecnología "ultrasónico" y validar su correcto funcionamiento - Comparación de la velocidad del sonido (SOS) teórica y la medida del medidor tecnología "ultrasónico"	1. Se deberá indicar si se ejecutó acorde el plan de mantenimiento del año en curso las actividades que a su programación se deben desarrollar trianual: - Verificación del tramo de medición (dimensional) - Calibración del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo" por un laboratorio acreditado NOTA: Para los medidores Ultrasónicos la calibración y ajuste del medidor por un laboratorio acreditado será quinquenal
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN04 MANTENIMIENTO MEDIDORES DE FLUJO		

Elementos Secundarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	1. Verificación, Ajuste y Mantenimiento Cromatógrafo - Limpieza general del equipo - Limpieza del sistema de acondicionamiento de muestra - Revisar se encuentre en su operación normal - Revisar la presión de la toma de muestra (probeta) y cilindros del gas patrón y de arrastre. - Verificar si la calibración programada se ejecuta con frecuencia a diario 2. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador H₂S: - Verificación, Ajuste y Mantenimiento (con gas patrón) - Inspección de remplazo de cinta de acetato de plomo y nivel de líquido de ácido acético. - Revisión de su estado de operación del equipo 3. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador Humedad: - Verificación de los filtros de líquidos y sólidos 4. Revisión del acondicionamiento de muestra - Verificación de los filtros de entrada de líquidos y sólidos - Verificar el correcto set del Regulador de Presión - Verificar el correcto valor del Rotámetro - Barrido de líneas de muestra con nitrógeno o helio		2. Verificación del sensor de humedad (reporte de verificación) 3. Ejecución de mantenimiento mayor cromatógrafo: - Respaldo de archivos - Verificación de estado de funcionamiento del horno, válvulas, CPU, tarjetas I/O, fuente de alimentación. - Inspección de pérdidas de helio, gas patrón, gas de línea. Corrección de fugas. - Limpieza de válvulas cromatográficas y cambio de diafragmas de las válvulas. - Ajuste de detectores - Cambio de filtros de sólidos - Cambio de membrana para retención de líquidos 4. Mantenimiento a la probeta y sistema de acondicionamiento de muestra
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a los instructivos: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN05 MANTENIMIENTO CROMATÓGRAFO DIG-MAN-ERM-PR-01-IN06 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE HUMEDAD DIG-MAN-ERM-PR-01-IN07 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE ÁCIDO SULFÚDRICO		

Sistema Medición	TRIMESTRAL
	1.Verificación, Ajuste y Mantenimiento transmisores/transductores de Presión y Temperatura Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN08 MANTENIMIENTO INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA A LA MEDICIÓN

Elementos Terciarios

CEF	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
	1. Mantenimiento del corrector electrónico de flujo "CEF" ejecución y registro acorde lo indicado en el procedimiento Mantenimiento SCADA y Comunicaciones DIG-MAN-SCADA-PR-01		

Sistemas de Seguridad PSV

PSV	SEMESTRAL	ANUAL
	1. Inspección visual y el mantenimiento preventivo de la válvula de relevo de presión i. Limpiar e Inspeccionar visualmente la válvula ii. Revisar la línea de desfogue (sin obstrucciones) iii. Asegurarse el sello de plomo de la tapa este intacto	1.Indicar si se realizó la ejecución de las pruebas a los dispositivos de relevo de presión mediante un banco de calibración calibrado. i. Realizar la prueba PRE-POP (as found) ii. Prueba neumática de la presión de ajuste iii. Prueba de hermeticidad
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN09 MANTENIMIENTO PSV	

ÍNDICE GENERAL

IV.1	Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental	1
IV.2	Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental	8
IV.3	Presentar el informe técnico debidamente llenado.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”	3
Tabla IV. 2. Listado de Nodos del proyecto Bajío-San Luis Potosí.....	4
Tabla IV. 3. Efectos del Sistema Ambiental	6
Tabla IV. 4. Recomendaciones Técnico-Operativas.....	8
Tabla IV. 5. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”	9
Tabla IV. 6. Condiciones de Operación de City Gate SLP-1	10
Tabla IV. 7. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM)	10
Tabla IV. 8. Condiciones de operación de Ductos	12
Tabla IV. 9. Diagrama Unifilar de Proyecto Bajío-San Luis Potosí	13
Tabla IV. 10. Condiciones de operación de los Puntos de Interconexión	14
Tabla IV. 11. Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP.....	15
Tabla IV. 12. Recomendaciones Técnico-Operativas.....	20

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

A lo largo de estos 20 años **ENGIE** ha consolidado un modelo de Inversión Social Estratégica que se ha traducido en inversiones de 15 millones de dólares y más de 750 mil dólares destinados a las comunidades cercanas a los proyectos renovables en desarrollo.

ENGIE ha sido pionera en la distribución y transporte de gas natural en el País desde mediados de los años noventa, desarrollando la infraestructura necesaria para dotar a los hogares, el comercio y la industria con un combustible accesible, limpio, seguro, cómodo y competitivo.

El gas natural, como lo indica su nombre, es un combustible que se encuentra de manera natural en el subsuelo y se genera a partir de la descomposición de materia orgánica. Cuando el gas natural se extrae es inodoro e incoloro y por seguridad se le añade un odorizante que le da el olor característico que permite su inmediata detección.

El gas natural es más ligero que el aire. Esto es muy importante pues en caso de pérdida o fuga, de inmediato sube a la atmosfera y se disipa rápidamente en el ambiente.

El gas natural es el combustible más amigable con el medio ambiente con menores emisiones de CO₂ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se eliminan costos por bombeo (Diesel y Combustóleo) y de vaporizadores (LP).

ENGIE México opera más de 13,200 kilómetros de ductos de acero y polietileno para llevar el gas natural a hogares, comercios e industrias. Actualmente brindamos nuestro servicio a 700,000 clientes en 10 zonas geográficas de distribución de gas natural: Una de ellas es la Región Bajío.

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la instalación de líneas de distribución de gas natural en baja y media presión con tuberías de Acero al Carbón (AC) de diferentes diámetros, que van desde los 2”, 4” y 8” principalmente. El proyecto contempla la conexión de clientes industriales mediante la instalación de City Gates, puntos de interconexión y Estaciones de Regulación y Medición (ERM’s).

El proyecto se encuentra ubicado en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes en el estado de San Luis Potosí.

El proyecto pretende instalar 11,698.30 metros de ductos en el municipio de San Luis Potosí y 36,368.59 metros de ductos en el municipio de Villa de Reyes.

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la construcción, posterior operación/mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 metros de ductos en acero al carbón (AC), de 2, 4 y 8 pulgadas de diámetros, así como 1 City Gate, 6 Puntos de Interconexión, 57 ERM con sus válvulas, 32 válvulas de seccionamiento y 7 cruces especiales.

El objetivo es suministrar el servicio de gas natural a las diferentes zonas Industriales que se ubican en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, algunos de estos sistemas iniciarán a partir del City Gate que se proyecta construir, así como de puntos de interconexión con gasoductos existentes y en donde se tendrán cruces subterráneos con carreteras, vías de ffcc, cuerpos de agua (ríos, arroyos o canales).

La construcción de la red y sus accesorios serán regidos por la norma vigente NOM-003-ASEA-2016 (Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

Componentes técnicos del sistema a desarrollar



City Gate: Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación (84 bar a 21 bar) y cuantifica el volumen del gas que fluye del sistema de transporte al sistema de distribución.



Sistema de odorización: Mecanismo de inyección de mercaptano a la red de distribución.



Válvula: Dispositivo controlador del flujo en un sistema.



Estación de regulación y Medición (ERM): Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación y cuantifica el volumen de gas para su entrega al cliente.



Acometida: Conjunto de accesorios previos a la ERM que interconecta esta última con el sistema de distribución.



Tubería: Ducto en acero.



Codo: Accesorio para redireccionar una trayectoria a un ángulo de 45° o 90°.



Brida: Pieza metálica para realizar conexiones mecánicas de tuberías de acero y/o accesorios.



Te: Pieza que sustituye una sección de tubería para realizar una derivación perpendicular.



Tapping tee: Pieza envolvente de una tubería principal que realiza una derivación perpendicular en tubería en operación.

Cabe señalar que el City Gate contará con un equipo de odorización con capacidad de almacenamiento de 250 gl (946 lts) de odorante (terbutil mercaptano), este es inyectado a los sistemas a través de un método por goteo en función del flujo registrado. Siendo así que todo el gas que se introducirá a los sistemas en San Luis Potosí serán odorizados correctamente de acuerdo con las descripciones señaladas en APÉNDICE NORMATIVO I. ODORIZACIÓN DEL GAS NATURAL Y GAS LICUADO DEL PETRÓLEO de la NOM-003-ASEA-2016.

Tecnología propuesta:

Estación compuesta por un sistema de filtración de tipo coalescencia, sistema de regulación axial, medición de tipo turbina, sistema de odorización por consumo y sistema de comunicación con enlace al Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS), quien tendrá sólo información en tiempo real.

Es importante señalar que el uso de suelo de conformidad con la normatividad local o municipal del sitio, polígono, predio, área o zona donde se ubicará el proyecto, será de tipo, comercial e Industrial, principalmente al margen de carreteras y vialidades, por lo que **ENGIE en ningún momento llevará a cabo remoción de vegetación.**

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características técnicas del proyecto con sus redes de distribución y componentes que lo integran:

Tabla IV. 1. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”

Concepto		Metros de tubería que conforman la red de distribución del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”
Longitud (m) Acero al Carbón (AC)	Ducto 8”	25,102.86
	Ducto 4”	22,392.85
	Ducto 2”	571.18
Total (m)		48,066.89
Presión (bar)		21 -4
Válvulas de seccionamiento		32
Válvulas clientes		57
City Gate		1
Puntos de Interconexión		6
ERM		57
Superficie Permanente ductos AC m ²		14,420.07
Superficie Temporal ductos AC m ²		240,334.45
Cruces especiales		7

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** comprende Actividades Altamente Riesgosas por manejar en sus operaciones de distribución, gas natural en volúmenes que rebasan la cantidad de reporte como metano (28,149 m³/hr de diseño), señalada en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas.

ENGIE consiente del compromiso ambiental, técnico y de seguridad que implica el manejo de gas natural, presenta el documento Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres para el Proyecto **Bajío – San Luis Potosí** siguiendo los lineamientos establecidos por la SEMARNAT, con base en la experiencia de su grupo técnico y en sus procedimientos de ingeniería cuyos estándares se acoplan a los mundialmente aceptados en el ramo industrial, tal y como se ha desarrollado a lo largo de los capítulos del presente estudio.

Para llegar a los resultados obtenidos en el análisis y evaluación de riesgos, se aplicaron las técnicas más adecuadas con respecto al tipo de proceso, siendo éstas: Identificación de sustancias peligrosas, Análisis preliminar de peligros, Identificación de riesgos con metodología HAZOP, Jerarquización de los escenarios de riesgo identificados con HAZOP utilizando las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia de **ENGIE/ Tractebel**, Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, por medio de software PHAST, determinación de frecuencias de causas para definir los escenarios más probables.

La aplicación de la metodología de análisis de riesgos HAZOP contó con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP también, se han contemplado otros parámetros, esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate-Estaciones de regulación y medición (ERM), que integran alguna instrumentación y; extensas cantidades de ductos de Acero al Carbón (AC) que no cuentan con instrumentación.

Se decidió aplicar criterios como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.

La determinación de los nodos y aplicación de HAZOP, se concluye en común acuerdo con el equipo multidisciplinario integrado por personal de **ENGIE** y de la consultoría especializada. En este estudio se consideraron 3 secciones o nodos, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, City Gate/ERM/Ductos AC, los cuales se han identificado y analizado en cada nodo. Siendo así elaborado el análisis con base en 3 nodos, que en resumen son los siguientes:

Tabla IV. 2. Listado de Nodos del proyecto Bajío-San Luis Potosí

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
1	- PUNTO DE INTERCONEXIÓN GASODUCTO - CITY GATE SLP1	3	- Inicio: Válvula SLP17 - Ducto de 8" PEAD L=8,778.508 m - Ducto de 4" PEAD L=18,091.13m - Ducto de 2" PEAD L=117.87 m 24. ERM CLIENTE POTENCIAL 57 25.ERM LOREAL MEXICO 57.ERM MOTHERSON 26.ERM PROTANS 27.ERM EDSCHA 28.ERM CLIENTE POTENCIAL 38 29.ERM JNM DE MEXICO SLP 30.ERM MSSL 31.ERM CLIENTE POTENCIAL 24 37.ERM DOWA 36.ERM KHC 35.ERM CATERPILLAR 32.ERM VUTEQ 33.ERM SERVICIOS DE AGUA 34.ERM IBIDEN 46.ERM GIS MEXICO - Punto de Interconexión 4
2	- Inicio: Salida de City Gate SLP1 - Final: Válvula SLP17 - Ducto de 8" PEAD L=16,498.152m - Ducto de 4" PEAD L=4,302.74 m - Ducto de 2" PEAD L=453.31 m 1.ERM VALEO TRANSMISIONES 2.ERM ATCO 3.ERM MIDORI 4. ERM FILTRAN 5.ERM RYDER BROWNFIELD 6.ERM KRAEM 7.ERM CLIENTE POTENCIAL 18 8.ERM RYDER SLP 9.ERM LINC 10.ERM POSCO 11.ERM TAXAN		

Sección/ Nodo	Especificación general	Sección/ Nodo	Especificación general
	12.ERM AAP 13.ERM BEND ALL 14.ERM CLIENTE POTENCIAL 3 15.ERM CLIENTE POTENCIAL 19 16.ERM METAL TECHNOLOGIES 17.ERM PENSKE LOC 18.ERM CLIENTE POTENCIAL 11 19.ERM HYUNNAM MÉXICO 20.ERM NITTA MOORE 21.ERM GM SLP CUBIMSA 22.ERM BARTLETT 23.ERM BD - Cruces a cielo abierto:1CA,2CA,3CA - Cruces ferrocarril:1CF,2CF,3CF, - Válvulas: SLP2,SLP3,SLP4,SLP5,SLP6,SLP7,SLP8, SLP9,SLP10,SLP11,SLP12,SLP13,SLP14, SLP15,SLP16,VR14,VR13,VR12,SLP17		- Punto de Interconexión 2 - Punto de Interconexión 1 56.ERM HIROTEC MEXICO 39.ERM BEM 40.ERM FAURECIA 41.ERM FUJI ALCONIX 42.ERM PLASTIC OMNIUM 43.ERM SURETC Y SUZUKI 44.ERM FCC 45.ERM PERFILETO ALUMINIUM 38.ERM MK TRON 47.ERM GAIA 48.ERM RONAL GROUP 55.ERM MAGNA II 49.ERM CHORNOS 53.ERM MAGNA 54.ERM MARTIN REA 50.ERM AGC AUTOMOTIVE 51.ERM TOPY FASTENERS 52.ERM VESTA - Cruces carreteras: 1CC - Interconexión: Punto de interconexión 5, Punto de interconexión 3, Punto de interconexión 4, Punto de interconexión 2, Punto de interconexión 1 - Válvulas: SLP18, SLP1,VR5,SLP18,VR4,VR10,VR2,VR3,VR1,VR5, VR7,VR6,VR8,VR9,VR11,VR12

*El detalle de cada polígono/Nodo se puede observar en el **Anexo 1.5** se presenta la aplicación de la metodología HAZOP.

Una vez aplicadas las metodologías de análisis y evaluación de riesgos se procedieron a jerarquizar y cuantificar los posibles accidentes con el software PHAST, obteniendo como resultado 10 posibles y probables escenarios con sus respectivas zonas de riesgo y amortiguamiento bajo los parámetros definidos en la guía para la realización de estos estudios.

De los resultados se desprenden los escenarios N2-06, N3-09, N1-01, N2-03, N1-02, N3-07, N3-10, como los más probables en función de la probabilidad de ocurrencia de su causa; siendo sus consecuencias radios de afectación por efecto de una radiación térmica en forma de Flama Jet y algunos con sobrepresión. Cabe señalar que los restantes escenarios, tienen probabilidades, por esa razón se contempla el análisis a todos los escenarios identificados. Los escenarios N3-09, N1-01 se han identificado como el peor caso aquellos cuyos efectos sobre el sistema ambiental resultaron mayores. Los resultados completos se observan en el presente capítulo punto II.2.

También se concluye que las mayores probabilidades de causas de accidentes calculadas y confirmadas, dada la experiencia del mismo grupo **ENGIE**, se centra en aquellas ajena a sus procesos identificados como daños por terceros que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de ubicación, actividades de obra civil con herramientas manuales. Siendo el peor escenario unas rupturas de tuberías totales y aquel

cuyos resultados concentran las mayores afectaciones al sistema ambiental que en este caso se identificaron las afectaciones a la población y al ambiente.

Los resultados de los escenarios identificados como peor caso son:

- A. Escenario N3-09: Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa tanto para la zona de alto riesgo como de amortiguamiento (137 y 194 metros respectivamente), una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua y 30% de la empresa Ibiden y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 70 personas afectadas que se encuentren en las industrias. Asimismo, se obtuvieron resultados por sobrepresión: En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa para la zona de alto riesgo y amortiguamiento (262 y 267 m respectivamente), una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua, 50% de la empresa Ibiden, industria de autopartes y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 100 personas afectadas que se encuentren en las industrias.
- B. Escenario N1-01: Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa tanto para la zona de alto riesgo como de amortiguamiento y tanto por efecto de radiación térmica como por sobrepresión se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación (sistema ambiental agua), en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de canales de agua; ya que, con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por canal, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encontrarán en cruzamientos de canal y adosados al puente a una altura del nivel de este de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes a sus nodos siendo los indicados en la siguiente tabla:

Tabla IV. 3. Efectos del Sistema Ambiental

Cruces	Polígono	Material presente en la fuga	Daño ambiental
1.CA	2	5,607 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.
2.CA	2	5,607 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.
3.CA	2	10,339.5 m ³	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 4.432 kg/s.

Recomendaciones del Proyecto Bajío – San Luis Potosí

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados en los sistemas que involucra el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen los respectivos sistemas de seguridad que se han identificado a través de las metodologías de análisis de riesgos correspondientes y se han establecido recomendaciones puntuales de acuerdo con los riesgos identificados, se muestran a continuación:

Tabla IV. 4. Recomendaciones Técnico-Operativas

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el City Gate SLP1.	1
2	Definir la evaluación de desempeño al personal que realiza actividades de mantenimiento en el City Gate SLP1.	1
3	Definir un proceso documental para asegurar un correcto seguimiento y cumplimiento de control de cambios.	1,2,3
4	Proyecto de enlace de la información de ductos y ERM's, al programa de TALON, donde se obtiene reportes de variables de operación de presión, temperatura y flujo.	1,2,3
5	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en alguna ERM por fuego externo.	2,3
7	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en los cruces de ferrocarril.	2
8	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el cruce de carretera VR11-VR12.	3

Adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**.

Se concluye que la situación que guarda el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

IV.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la construcción, posterior operación/mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 metros de ductos en acero al carbón (AC), de 2, 4 y 8 pulgadas de diámetros, así como 1 City Gate, 6 Puntos de Interconexión, 57 ERM con sus válvulas, 32 válvulas de seccionamiento y 7 cruces especiales.

El objetivo es suministrar el servicio de gas natural a las diferentes zonas Industriales que se ubican en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, algunos de estos sistemas iniciarán a partir del City Gate que se proyecta construir, así como de puntos de interconexión con gasoductos existentes y en donde se tendrán cruces subterráneos con carreteras, vías de fcc, cuerpos de agua (ríos, arroyos o canales).

La construcción de la red y sus accesorios serán regidos por la norma vigente NOM-003-ASEA-2016 (Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características técnicas del proyecto con sus redes de distribución y componentes que lo integran:

Tabla IV. 5. Resumen de las características técnicas del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”

Concepto		Metros de tubería que conforman la red de distribución del proyecto “Bajío – San Luis Potosí”
Longitud (m) Acero al Carbón (AC)	Ducto 8”	25,102.86
	Ducto 4”	22,392.85
	Ducto 2”	571.18
Total (m)		48,066.89
Presión (bar)		21 -4
Válvulas de seccionamiento		32
Válvulas clientes		57
City Gate		1
Puntos de Interconexión		6
ERM		57
Superficie Permanente ductos AC m ²		14,420.07
Superficie Temporal ductos AC m ²		240,334.45
Cruces especiales		7

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** comprende Actividades Altamente Riesgosas por manejar en sus operaciones de distribución, gas natural en volúmenes que rebasan la cantidad de reporte como metano (28,149 m³/hr de diseño), señalada en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas.

ENGIE consiente del compromiso ambiental, técnico y de seguridad que implica el manejo de gas natural, presenta el documento Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres para el Proyecto **Bajío – San Luis Potosí** siguiendo los lineamientos establecidos por la SEMARNAT, con base en la experiencia de su grupo técnico y en sus procedimientos de ingeniería cuyos estándares se acoplan a los mundialmente aceptados en el ramo industrial, tal y como se ha desarrollado a lo largo de los capítulos del presente estudio.

A continuación, se presentan las condiciones de operación que incluye, flujo, temperaturas y presiones de City Gate, Ductos, Estaciones de regulación y medición (ERM).

Tabla IV. 6. Condiciones de Operación de City Gate SLP-1

Obra	Flujo (m³/hr)	Presión máx. diseño (bar)	Presión entrada máx. (bar)	Presión salida máx. (bar)	Temperatura (°C)
City Gate SLP-1	28,149	93.2	84	21	15-35

Tabla IV. 7. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM)

Obra	Cliente	Flujo (m³/hr)	Temperatura (°C)	Cond. Operación		
				Presión máx diseño (bar)	Presión máx. operación (bar)	Presión salida (bar)
1.ERM	Valeo Transmisiones	1460	15-35	46.6	21	4
2.ERM	Atco	4550	15-35	46.6	21	4
3.ERM	Midori	1460	15-35	46.6	21	4
4.ERM	Filtran	935	15-35	46.6	21	4
5.ERM	Ryder Brownfield	584	15-35	46.6	21	4
6.ERM	Kraem	584	15-35	46.6	21	4
7.ERM	Cliente Potencial 18	584	15-35	46.6	21	4
8.ERM	Ryder SLP	935	15-35	46.6	21	4
9.ERM	Linc	584	15-35	46.6	21	4
10.ERM	Posco	584	15-35	46.6	21	4
11.ERM	Taxan	935	15-35	46.6	21	4
12.ERM	AAP	935	15-35	46.6	21	4
13.ERM	Bend All	935	15-35	46.6	21	4
14.ERM	Cliente Potencial 3	935	15-35	46.6	21	4
15.ERM	Cliente Potencial 19	935	15-35	46.6	21	4
16.ERM	Metal Technologies	584	15-35	46.6	21	4
17.ERM	Penske	935	15-35	46.6	21	4
18.ERM	Cliente Potencial 11	935	15-35	46.6	21	4
19.ERM	Hyunnam	1460	15-35	46.6	21	4
20.ERM	Nitta Moore	1460	15-35	46.6	21	4
21.ERM	GM Cubimsa SLP	2336	15-35	46.6	21	4
22.ERM	Bartlett	584	15-35	46.6	21	4
23.ERM	BD	584	15-35	46.6	21	4
24.ERM	Cliente Potencial 57	2336	15-35	46.6	21	4
25.ERM	L'oreal México	935	15-35	46.6	21	4
26.ERM	Protans	2336	15-35	46.6	21	4
27.ERM	Edscha	935	15-35	46.6	21	4

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí

Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

Obra	Cliente	Flujo (m³/hr)	Temperatura (°C)	Cond. Operación		
				Presión máx diseño (bar)	Presión máx. operación (bar)	Presión salida (bar)
28.ERM	Cliente Potencial 38	935	15-35	46.6	21	4
29.ERM	JNM De México SLP	1460	15-35	46.6	21	4
30.ERM	MSSL	935	15-35	46.6	21	4
31.ERM	Cliente Potencial 24	1460	15-35	46.6	21	4
32.ERM	Vuteq	2336	15-35	46.6	21	4
33.ERM	Servicios de Agua	2336	15-35	46.6	21	4
34.ERM	Ibiden	1460	15-35	46.6	21	4
35.ERM	Caterpillar	1460	15-35	46.6	21	4
36.ERM	KHC	1460	15-35	46.6	21	4
37.ERM	Dowa	935	15-35	46.6	21	4
38.ERM	MK Tron	1460	15-35	46.6	21	4
39.ERM	BEM	1460	15-35	46.6	21	4
40.ERM	Faurecia	935	15-35	46.6	21	4
41.ERM	Fuji Alconix	1460	15-35	46.6	21	4
42.ERM	Plastic Omnium	2336	15-35	46.6	21	4
43.ERM	Surtec & Suzuki	1460	15-35	46.6	21	4
44.ERM	FCC	1460	15-35	46.6	21	4
45.ERM	Perfileto Aluminium	935	15-35	46.6	21	4
46.ERM	Gis Power	2336	15-35	46.6	21	4
47.ERM	GAIA	1460	15-35	46.6	21	4
48.ERM	Ronal Group	1460	15-35	46.6	21	4
49.ERM	Chronos	1460	15-35	46.6	21	4
50.ERM	AGC Automotive	2336	15-35	46.6	21	4
51.ERM	Topy Fasteners	1460	15-35	46.6	21	4
52.ERM	Vesta	1460	15-35	46.6	21	4
53.ERM	Magna I	1460	15-35	46.6	21	4
54.ERM	Martin Rea	1460	15-35	46.6	21	4
55.ERM	Magna II	1460	15-35	46.6	21	4
56.ERM	Hirotec México	935	15-35	46.6	21	4
57.ERM	Motherson	1460	15-35	46.6	21	4

Tabla IV. 8. Condiciones de operación de Ductos

Concepto		Longitud (m)	Presión de operación (bar)	Temperatura (°C)
Acero al Carbón (AC)	Ducto 8"	25,102.86	21	15-35
	Ducto 4"	22,392.85	21	15-35
	Ducto 2"	571.18	21	15-35

Los flujos de cada segmento de ductos se muestran en el siguiente diagrama unifilar donde se puede apreciar las trayectorias, ERM y City Gate, es decir el sistema que compone el Proyecto **Bajío – San Luis Potosí**. Ver **Anexo 1.2** Diagrama Unifilar para mayor referencia.

Tabla IV. 9. Diagrama Unifilar de Proyecto Bajío-San Luis Potosí

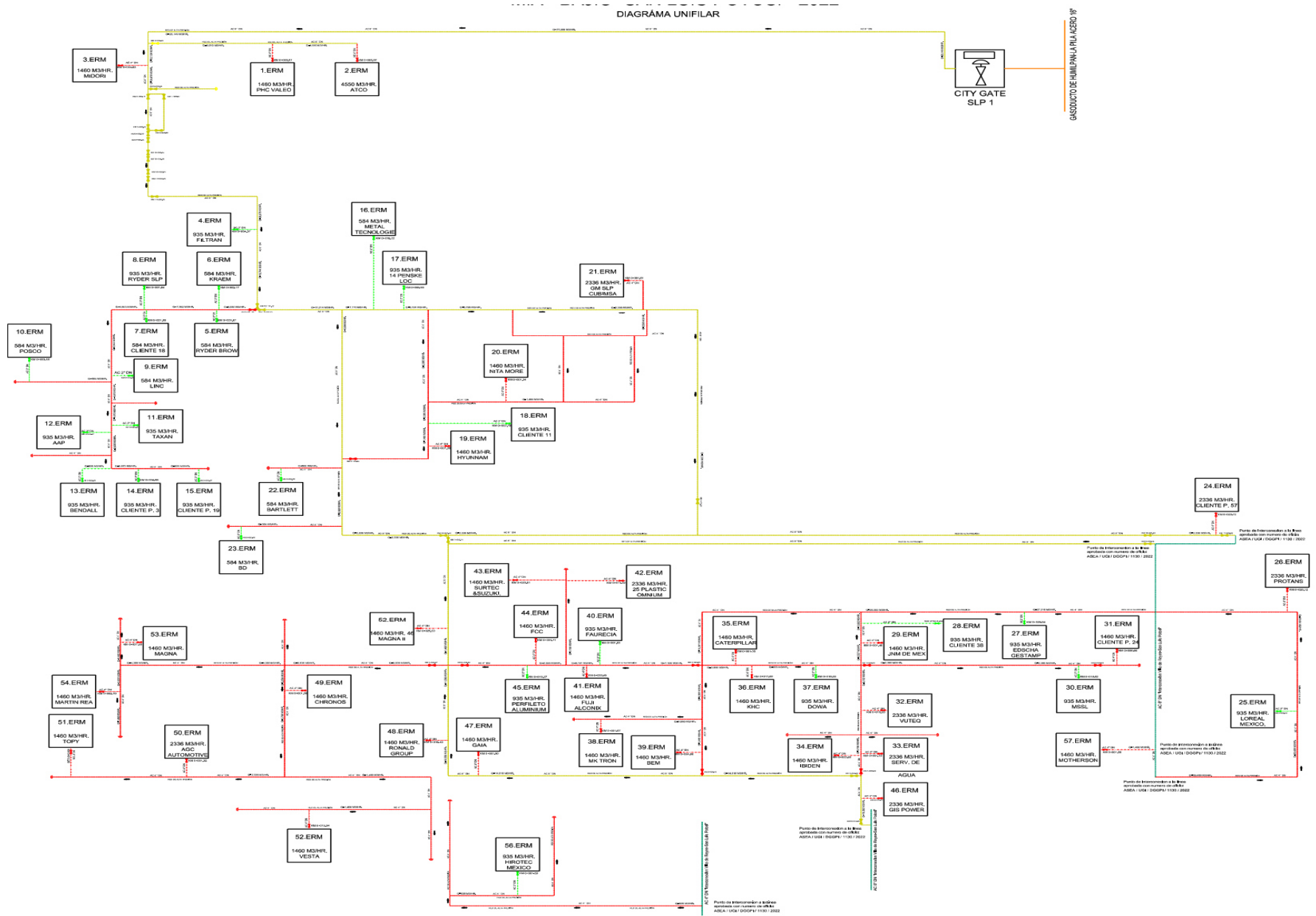


Tabla IV. 10. Condiciones de operación de los Puntos de Interconexión

Obra	Presión de interconexión (bar)
Punto de interconexión 1	21
Punto de interconexión 2	21
Punto de interconexión 3	21
Punto de interconexión 4	21
Punto de interconexión 5	21
Punto de interconexión 6	21

De acuerdo con el ciclo de vida de las instalaciones, características de las actividades del proyecto, naturaleza de las sustancias peligrosas manejadas y características físicas y de configuración del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**; se establece que las técnicas/metodologías más adecuadas para la identificación de riesgos asociados al sistema de distribución de gas natural; son:

-  **Identificación de sustancias peligrosas.** Con base en sus propiedades fisicoquímicas y su clasificación como sustancia peligrosa.
-  **Análisis preliminar de peligros.** Reconocimiento físico de cada una de las secciones de distribución que conforman el proyecto, comparándolo con el análisis documental del entorno. Vulnerabilidad ambiental y social que incluye: inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, sismos.
-  **Identificación de riesgos con metodología HAZOP.** Esta metodología cuenta con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP, también se han contemplado otros parámetros; esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate-Estaciones de regulación y medición (ERM), que integran alguna instrumentación y; extensas cantidades de ductos de Acero al Carbón (AC) que no cuentan con instrumentación. Se ha decidido aplicar criterios adicionales como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros como parte de la metodología; se han identificado nodos y agrupado varios similares, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, ERM y Ductos AC. Los City Gate se han contemplado siempre como nodos independientes.
-  **Jerarquización de los escenarios de riesgo identificados con HAZOP.** Se utilizarán las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia del Grupo ENGIE México. Se realizan dos ponderaciones una, considerando el riesgo intrínseco y otra, considerando salvaguardas.
-  **Análisis de riesgos cuantitativos.** Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, adicional los escenarios identificados en el análisis preliminar de riesgos; mediante estimación de consecuencias con PHAST.

Del análisis de riesgos se obtiene que las mayores probabilidades de causas de accidentes calculadas y confirmadas, dada la experiencia del mismo grupo **ENGIE**, se centra en aquellas ajena a sus procesos identificados como daños por terceros que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de

ubicación, actividades de obra civil con herramientas manuales. Siendo el peor escenario unas rupturas de tuberías totales y aquel cuyos resultados concentran las mayores afectaciones al sistema ambiental que en este caso se identificaron las afectaciones a la población y al ambiente.

Tabla IV. 11. Escenarios de riesgo identificados mediante metodología HAZOP

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-1	N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP1.	Fuga de gas natural por bridas de 6" con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión
N-1	N1-02	Taponamiento de filtros FG-001/002 del City Gate	Fuga de gas natural por bridas de 1", con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1", con posible incendio y explosión.
N-2	N2-03	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN)	Fuga de gas natural por bridas de 2" con posible incendio y explosión	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2", con posible incendio y explosión
N-2	N2-04	Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM)	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural con posible incendio	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.
N-2	N2-05	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-2	N2-06	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de ferrocarril	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio
N-3	N3-07	Desgaste de materiales filtros, internos de reguladores	Fuga de gas natural en medidores de 2" de la ERM 44 (FCC) con posible y explosión	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión
N-3	N3-08	Golpes mecánicos con maquinaria de terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" con posible incendio	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio
N3	N3-09	Golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)"	Fuga de gas natural en ductos de 8"AC con posible incendio y explosión	Fuga de gas debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N3	N3-10	Golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)"	Fuga de gas natural en ductos de 4" AC con posible incendio y explosión	Fuga de gas debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 4" AC con posible incendio y explosión

Es importante señalar que no son los únicos escenarios identificados en HAZOP; sin embargo, al ser repetitivos los resultados, se ha decidido únicamente simular estos escenarios.

Los resultados completos de las evaluaciones de consecuencia se muestran en el Informe Técnico del estudio, siendo resaltable que del análisis de riesgos desde el enfoque ambiental para el escenario catastrófico se obtuvo:

De los resultados se desprenden los escenarios N2-06, N3-09, N1-01, N2-03, N1-02, N3-07, N3-10, como los más probables en función de la probabilidad de ocurrencia de su causa; siendo sus consecuencias radios de afectación por efecto de una radiación térmica en forma de Flama Jet y algunos con sobrepresión. Cabe señalar que los restantes escenarios, tienen probabilidades, por esa razón se contempla el análisis a todos los escenarios identificados. Los escenarios N3-09, N1-01 se han identificado como el peor caso aquellos cuyos efectos sobre el sistema ambiental resultaron mayores.

También se concluye que las mayores probabilidades de causas de accidentes calculadas y confirmadas, dada la experiencia del mismo grupo **ENGIE**, se centra en aquellas ajena a sus procesos identificados como daños por terceros que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de ubicación, actividades de obra civil con herramientas manuales. Siendo el peor escenario unas rupturas de tuberías totales y aquel cuyos resultados concentran las mayores afectaciones al sistema ambiental que en este caso se identificaron las afectaciones a la población y al ambiente.

Los resultados de los escenarios identificados como peor caso son:

- A. Escenario N3-09: Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en Interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa tanto para la zona de alto riesgo como de amortiguamiento (137 y 194 metros

respectivamente), una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua y 30% de la empresa Ibiden y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 70 personas afectadas que se encuentren en las industrias. Asimismo, se obtuvieron resultados por sobrepresión: En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa para la zona de alto riesgo y amortiguamiento (262 y 267 m respectivamente), una afectación a las empresas Gis Power, servicios de agua, 50% de la empresa Ibiden, industria de autopartes y su personal. Adicional con afectaciones a los automóviles que circulan por las Avenidas Bangalore y Asia. Se estiman en promedio unas 100 personas afectadas que se encuentren en las industrias.

- B. Escenario N1-01: Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6", con posible incendio y explosión. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, se observa tanto para la zona de alto riesgo como de amortiguamiento y tanto por efecto de radiación térmica como por sobrepresión se identifica una afectación únicamente a los automóviles que pasen por la Carretera Querétaro-San Luis Potosí. Se estiman 30 automóviles aproximadamente, es decir unas 60 personas.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación, tanto en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de ríos; pues con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por ríos, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encuentran en cruzamientos de río y adosados al puente a una altura del nivel del río de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes a los nodos indicados en el apartado correspondiente.

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados por causa, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen sistemas de seguridad. Cabe señalar, que se tienen implantadas medidas adicionales que, si bien no se incluyen en el documento, si se encuentran presentes en el HAZOP realizado y que se encuentra en el Anexo correspondiente. Se presenta el listado de Medidas preventivas-sistemas de seguridad para el Grupo ENGIE y por tanto para el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**.

- Se considera un Segundo tren de regulación en las ERM que de acuerdo con especificación de diseño, lo incluye.
- La construcción de ductos de AC se realiza a una profundidad mayor a la indicada en la norma.
- Obtención de Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas.
- La obtención e integración a nuestros expedientes de los Dictámenes técnicos que aseguran la integridad del City Gate y ERM's por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA, tanto en la fase de diseño como en pre arranque de cada proyecto.
- Instalación de Malla de señalización con "Advertencia gas natural" para todos los diámetros de tubería que se aloje enterrada.
- La instalación de un Sistema de Odorización de gas.
- La colocación de Postes de señalización sobre la trayectoria del ducto.
- Considerar que Las estaciones de regulación y medición pueden o no venir con el gabinete de protección, en caso de traer gabinete solo se pide una construcción de un enmallado y su techumbre de concreto, en caso de no contar con el gabinete se realizará una obra civil con muro, celosía y su losa de concreto.
- Se contará en todo momento con un Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
- Así como se contará también de manera permanente, con un Plan de Prevención de Daños (PPD).
- Se realizará una Difusión a las autoridades locales y municipales del plan de prevención de daños.
- Asegurar que el personal especializado que realice trabajos de soldadura en ductos, cuente con entrenamiento inicial y periódico.
- Se tiene bajo procedimiento el Aseguramiento que los técnicos cuenten con la certificación para soldadura de AC.
- Se respetará en todo momento el Apego a los AR para la actividad y a los procedimientos de operación.
- Se asegurará el Uso de herramienta anti-chispa acorde a las Actividades.
- Así como el Uso de EPP anti-estática acorde a las actividades.

Recomendaciones del Proyecto Bajío – San Luis Potosí

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados en los sistemas que involucra el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen los respectivos sistemas de seguridad que se han identificado a través de las metodologías de análisis de riesgos correspondientes y se han establecido recomendaciones puntuales de acuerdo con los riesgos identificados, se muestran a continuación:

Tabla IV. 12. Recomendaciones Técnico-Operativas

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el City Gate SLP1.	1
2	Definir la evaluación de desempeño al personal que realiza actividades de mantenimiento en el City Gate SLP1.	1
3	Definir un proceso documental para asegurar un correcto seguimiento y cumplimiento de control de cambios.	1,2,3
4	Proyecto de enlace de la información de ductos y ERM's, al programa de TALON, donde se obtiene reportes de variables de operación de presión, temperatura y flujo.	1,2,3
5	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en alguna ERM por fuego externo.	2,3
7	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en los cruces de ferrocarril.	2
8	Contemplar en el programa de simulacros anual, el evento de fuga de gas natural en el cruce de carretera VR11-VR12.	3

Adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto **Bajío – San Luis Potosí**.

Se concluye que la situación que guarda el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

Tabla IV. 13. Datos Generales

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DE LA APODERADA LEGAL ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y

Capítulo IV – pág. 21

Tabla IV. 14. Sustancias transportadas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (bar)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
GAS NATURAL	8006-14-2	0.00061=0.61 kg/m3	28,149 m3/h	48,066.89 m de ductos en acero (AC)	Ducto AC 8” Ducto AC 6” Ducto AC 4”	21 y 4 bar	5.48mm, 10.41mm, 15.29mm,	El proyecto Bajío – San Luis Potosí consiste en la construcción, posterior operación/mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 metros de ductos en acero al carbón (AC), de 2, 4 y 8 pulgadas de diámetros, así como 1 City Gate, 6 Puntos de Interconexión, 57 ERM con sus válvulas, 32 válvulas de seccionamiento y 7 cruces especiales.

*De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, International Union Pure Applied Chemistry).

**De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS).

Tabla IV. 15. Descripción de la trayectoria

Concepto		Metros de tubería que conforman la red de distribución del proyecto "Bajío – San Luis Potosí"
Longitud (m) Acero al Carbón (AC)	Ducto 8"	25,102.86
	Ducto 4"	22,392.85
	Ducto 2"	571.18
Total (m)		48,066.89
Presión (bar)		21 bar
Válvulas de seccionamiento		32
Válvulas clientes		57
City Gate		1
Puntos de Interconexión		6
ERM		57
Superficie Permanente ductos AC m ²		14,420.07
Superficie Temporal ductos AC m ²		240,334.45
Cruces especiales		7

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

Tabla IV. 16. Identificación y clasificación de riesgos

No. de Registro	Falla	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de riesgo
		Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso	
						Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios		
N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate SLP 1, por bridas de 6”, con posible incendio y explosión	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N1-02	Fuga de gas natural debido a taponamiento de los filtros FG-001/002 del City Gate, por bridas de 1”, con posible incendio y explosión.	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N2-03	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 11 (TAXAN), por bridas de 2”, con posible incendio y explosión	X		X				X			Análisis Preliminar-HAZOP
N2-04	Calentamiento de tuberías con fuga de gas natural debido a Fuego externo en la ERM 19 (HYUNNAM), con posible incendio.	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N2-05	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos con maquinaria de terceros, por desconocimiento de ubicación de ducto con posible incendio	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N2-06	Fuga de gas natural en ductos de AC de 8" debido a golpes mecánicos por terceros en cruce de ferrocarril 3CF, con posible incendio	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP

Proyecto: Bajío - San Luis Potosí
Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres

No. de Registro	Falla	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de riesgo
		Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso	
						Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios		
N3-07	Fuga de gas natural por desgaste de materiales en filtros, internos de reguladores, medidores de 2" de la ERM 44 (FCC), con posible incendio y explosión	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N3-08	Fuga de gas en ductos de AC de 8" debido a Golpes mecánicos por terceros en cruce de carretera VR11-VR12. Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga con posible incendio	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N3-09	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 3: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance) con ducto de 8"AC con posible incendio y explosión	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP
N3-10	Fuga de gas natural debido a golpes por terceros e interacción de riesgos en interconexión 6: "Proyecto Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" (fuera de este alcance)" con ducto de 4"AC con posible incendio y explosión	X		X	X			X			Análisis Preliminar-HAZOP

Tabla IV. 17. Estimación de consecuencias

No. de Registro	No. de Orden	Tipo de liberación		Estado físico	Programa de simulación empleado	Radiación Térmica		Explosión	
						Zona de amortiguamiento	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento	Zona de alto riesgo
		Masiva	Continua			Distancia (m)	Distancia (m)	Distancia (m)	Distancia (m)
N1-01	1		X	Gas	PHAST	71	51	75	74
N1-02	2		X	Gas	PHAST	48	36	44	43
N2-03	3		X	Gas	PHAST	9	7	-	-
N2-04	4		X	Gas	PHAST	46	34	44	43
N2-05	5		X	Gas	PHAST	44	33	33	32
N2-06	6		X	Gas	PHAST	44	33	33	32
N3-07	7		X	Gas	PHAST	46	35	43	42
N3-08	8		X	Gas	PHAST	44	33	33	32
N3-09	9		X	Gas	PHAST	194	137	267	262
N3-10	10		X	Gas	PHAST	98	70	108	106

Tabla IV. 18. Criterios Utilizados

No. de Registro	No. de Orden	Toxicidad					Explosión			Radiación Térmica			Otros Criterios
		IDHL	TLV8	Velocidad del Viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica	Otros	0.5 psi	1.0 psi	Otro	1.4 KW/m2	5 KW/m2	Otro	
EP1-01	1	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP1-02	2	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP2-03	3	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP3-04	4	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP4-05	5	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP5-06	6	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP6-07	7	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP9-08	8	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP10-09	9	–	–	5	D		X	X		X	X		
EP11-10	10	–	–	5	D					X	X		

En el **Anexo 4.1** se encuentra el informe técnico correspondiente.

ÍNDICE GENERAL

V.	Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el estudio de riesgo ambiental	1
V.1	Formatos de presentación.....	2
V.1.1	Planos de localización.....	2
V.1.2	Fotografías	2
V.1.3	Otros Anexos	2
V.1.4	Glosario de Términos.....	3
V.1.5	Literatura y fuentes consultadas	6

V. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el estudio de riesgo ambiental

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados en la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres. Esta guía está basada en la información que hace referencia en el Artículo 18 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental que se debe incorporar a la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular o Regional, y cuando se trata de Actividades Altamente Riesgosas, como es este caso.

El estudio de Riesgo Ambiental se soporta detalladamente con fotografías, planos, figuras en general y tablas de datos que, para su inmediata referencia han sido incorporados al cuerpo de los Capítulos correspondientes. En el caso de figuras (incluyendo planos) y tablas, al inicio de cada Capítulo se encuentran los índices para su facilidad de consulta.

Además, de manera adjunta con la MIA Regional se incluyen anexos a los que se puede recurrir para ahondar o confirmar la información manifestada; en especial, la versión digital incluye archivos electrónicos como kml's.

Las metodologías utilizadas son de uso común en la elaboración de los Estudios de Riesgo y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

Adicionalmente al soporte técnico mencionado en los párrafos que anteceden, se presenta:

- Glosario de Términos
- Literatura y fuentes consultadas

V.1 Formatos de presentación

V.1.1 Planos de localización

Referente a planos, se han integrado los Planos de radios de afectación en el **Anexo 2.3 del Estudio de Riesgo Ambiental** donde se pueden observar las colindancias del proyecto dependiendo de la identificación de escenario de riesgo. En este caso no existe una colindancia en particular, pues se trata de infraestructura basta, con diferentes colindancias en los puntos de conexiones, ubicación del City Gate y las ERM.

Otro elemento muy importante que soporta la información es el basto compendio de fotografías que se presentan a lo largo del Capítulo I del presente documento.

V.1.2 Fotografías

En el **Anexo 2.4 de la MIA-Regional** se incluye de manera electrónica el compendio fotográfico; sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en el desarrollo de los capítulos se usaron fotografías para el soporte de los temas.

V.1.3 Otros Anexos

Cartografía

La cartografía utilizada tiene como base la información con la que cuenta el INEGI para las características edáficas, fisiográficas, climáticas, hidrográficas, etc., mismas que quedaron debidamente referenciadas en el desarrollo del Capítulo IV de la MIA-Regional. En este estudio se obtuvo información complementaria de estadísticas meteorológicas de las estaciones de San Luis Potosí. <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>.

Además del Atlas de Riesgos del Municipio de San Luis Potosí elaborado por parte de Protección Civil de la localidad.

V.1.4 Glosario de Términos

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

Actividades altamente riesgosas: Acción o serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, distribución y ventas en que se encuentran presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte, que, al ser liberadas a condiciones anormales de operación o externas, provocarían accidentes y posibles afectaciones al ambiente.

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.

Biota: Conjunto de flora y fauna de una región.

BLEVE: "*Boiling liquid expanding vapor explosion*" Es el acrónimo del idioma inglés que significa explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transportes dados, que, al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

Centros de población: Son las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros; así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos.

Conurbación: la continuidad física y demográfica que formen o tiendan a formar dos o más centros de población.

Desarrollo Urbano: Es el proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.

Efecto Ecológico Adverso: Cambios considerados como no deseables porque alteran características estructurales o funcionales importantes de los ecosistemas o sus componentes.

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.

Estudio de Riesgo (ER): Documento presentado, por personas físicas, morales u organismos de la Administración Pública Federal, ante las autoridades ambientales federales para su análisis y evaluación, el cual está compuesto por dos partes; aquella donde se emplean una serie de metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para identificar y jerarquizar riesgos; y la otra parte conocida como análisis de consecuencias, donde se utilizan modelos matemáticos de simulación para cuantificar y estimar dichas consecuencias, así como los riesgos probables que éstas representan para los ecosistemas, la salud o el ambiente, y que incluye las medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar

o evitar los efectos adversos que se causen en caso de un posible accidente, durante la realización u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Evaluación de riesgo: El proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de los efectos adversos (en la seguridad, salud, ecología o financieros), durante un periodo específico.

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

Exposición aguda/efecto: Exposición única a una sustancia (por lo general en alta concentración y con duración no superior a un día) que da por resultado daños biológicos severos, por lo común evidentes a corto plazo.

Exposición crónica/efecto: Exposición continua o repetida (generalmente en bajas concentraciones durante largos periodos o persistencia de los efectos a largo plazo, el (los) efecto(s) pueden no ser claros durante un plazo largo después de la exposición inicial. Exposiciones y efectos subagudos y subcrónicos, son intermedios entre agudos y crónicos (por lo general de unas cuantas semanas a varios meses).

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

IDLH: "Inminentemente peligrosa para la vida y la salud", por sus siglas en inglés, concentración máxima de sustancia peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en mg/m³, a la cual, en caso de falta o inexistencia de equipo respiratorio, se podría escapar del ambiente en un plazo de 30 minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

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.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Manifestación de impacto ambiental (MIA): Documento mediante el cual se da a conocer con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo, atenuarlo o compensarlo en caso de que sea negativo.

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.

Mitigación: Conjunto de acciones para atenuar, compensar y/o restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación y/o deterioro que provocara la realización de algún proyecto en cualquiera de sus etapas.

Plan de emergencia: Sistema de control de riesgos que consiste en la mitigación de los efectos de un accidente, a través de la evaluación de las consecuencias de los accidentes y la adopción de procedimientos. Este solo considera aspectos de seguridad.

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

Proyecto: Conjunto de obras y/o actividades tendientes a la creación de alguna estructura, infraestructura y/o superestructura determinada. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 28 de enero de 1988. LGEEPA, art. 28.

Riesgo: Situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada.

Riesgo ambiental: Probabilidad de que ocurran efectos adversos sobre el medio ambiente o la salud humana como resultado de la exposición a uno, o más, agentes físicos, químicos y/o biológicos.

Riesgo específico: Riesgo asociado a la utilización o manejo de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radiactivos).

Riesgo mayor: Relacionado con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una gravedad tal que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar áreas considerables.

Sustancia explosiva: Aquella que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

Sustancia inflamable: Aquella que capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una chispa.

Sustancia peligrosa: Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético de los organismos o muerte.

TLV: "Valor Umbral Limite" (por sus siglas en inglés). "Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos". (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*).

Vulnerabilidad: Estimación de lo que pasará cuando los efectos de un accidente (radiación térmica, onda de choque, evolución de la concentración de una sustancia, entre otros.) actúan sobre las personas, el medio, sobre edificios, equipo, entre otros. Esta estimación puede realizarse mediante una serie de datos tabulados, gráficos y por los modelos de vulnerabilidad.

Zona intermedia de salvaguarda: Área determinada del resultado de la aplicación de criterios y modelos de simulación de riesgo que comprende las áreas en las cuales se presentarían límites superiores a los permisibles para la salud del hombre y afectaciones a sus bienes y al ambiente en caso de fugas accidentales de sustancias tóxicas y de la presencia de ondas de sobrepresión en caso de formación de nubes explosivas. Esta se conforma por la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento.

Zona de amortiguamiento: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada.

Zona de riesgo: Área de restricción total en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo asentamientos humanos, agricultura con excepción de actividades de forestación, cercamiento y señalamiento de esta, así como el mantenimiento y vigilancia.

V.1.5 Literatura y fuentes consultadas

- Aranda C., D. F., 1998. Proceso del ciclo hidrológico. Tercera Edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Arriaga C., L., Aguilar, V., y Espinoza, J. M., 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. Pp. 433 – 457.
- Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.
- Bolaños G., M. A., Paz P., F., Cruz G., C. O., Argumedo E., J. A., Romero B., V. M., y de la Cruz C., J. C., 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana 34: 271 – 288.
- Bowles, A. E., 1995. Responses of wildlife to noise. En: Wildlife and recreationists: coexistence through management and research. Richar L. Knight y Kevin J. Gutzwiller Editores. 371 p.
- Cabella, W., y Nathan, M., 2018. Los desafíos de la baja fecundidad en América Latina y el Caribe. Edts. Esteban Caballero, Pablo Salazar, Lorna Jenkins y Daniel Macadar. En: https://lac.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Baja_fecundidad_en_ALC_-_versión_web_español.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- Candia M., M. A., 2015. Análisis de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de maestra en Geociencias Aplicadas. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología, A. C. San Luis Potosí, S.L.P. 77 p.
- Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

- CONAGUA, 2015a. Estadística del agua en México edición 2014. En: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>. Consultado: Mayo, 2022.
- CONAGUA, 2015b. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Querétaro (2201), Estado de Querétaro. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104245/DR_2201.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- CONAGUA, 2017. Atlas del agua en México 2016. En: http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- CONAGUA, 2019. Estadística del agua en México 2018. En: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/EAM_2018.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2012. Anuario de migración y remesas México 2013. 1ra. Edición. México. 111 p.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2015. Anuario de migración y remesas México 2015. 1ra. Edición. México. 179 p.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2017. Anuario de migración y remesas México 2017. 1ra. Edición. México. 193 p.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2019. Anuario de migración y remesas México 2019. 1ra. Edición. México. 193 p.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2021. Anuario de migración y remesas. México 2021. CONAPO-Fundación BBVA Bancomer-BBVA Research. 1^{ra} edición. México. 160 p.
- Chandler, S.R. et al. 1983. Birds of North America. A Guide to Field Identification. Ed. Golden Press, New York, USA. ISBN 0-307-37002-X.
- Dragovic, N., y Vulevic, T., 2020. Soil degradation processes, causes, and assessment approaches. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71065-5_86-1.
- FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.
- FAOSTAT. 2018. FAO statistical databases. En: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>. Consultado: Julio, 2019.
- Fernández G., E., y del Carpio O., P. S., 2014. Michoacán migrant entrepreneurs in the USA: The case of Huandacareo. Amercian International Journal of Contemporary Research 4(12): 25 – 35 p.
- Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O., 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467 – S475.

- Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology* 19: 1415 – 1419.
- Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front Ecol Environ* 11 (6): 305 – 313.
- García Q., J. J., 2007. Geometría, sismicidad y deformación de la placa de cocos subducida. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias. 42 p.
- García-Marín, A., Roldán-Cañas, J., Estévez, J., Moreno-Pérez, F., Serrat-Capdevilla, A., González, J., Francés, F., Olivera, F., Castro-Orgaz, O., y Giráldez, J.V., 2014. La hidrología y su papel en la ingeniería del agua. *Ingeniería del Agua* 18.1. 14 p.
- INEGI (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. En: http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual_carac_eda_fis_vs_enero_29_2008.pdf. Consultada: Enero, 2022.
- Instituto Nacional de Ecología, 1998. Segundo Informe sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas. Dirección General de Gestión e Información Ambiental, Dirección de Análisis de Datos Ambientales. Ciudad de México. En: <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php>. Consultado: Junio, 2022.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2018. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2017, México*. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. En: <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php>. Consultado: Junio, 2022.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2019. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2018, México*. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. En: <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php>. Consultado: Junio, 2022.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2020. *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2019, México*. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. En: <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php>. Consultado: Junio, 2022.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. *Informes sobre recursos mundiales de suelos* 106. FAO, Roma. 205 p.
- López-Loera, H., y Tristán-González, M., 2013. Geología y magnetometría área del Graben de Villa de Reyes, San Luis Potosí, Mesa Central de México: implicaciones tectónicas y geohidrología. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 65 (1): 137 – 156.
- Jenny, H., 1994. *Factors of soil formation: A system of quantitative pedology*. Dover Publication, INC. New Yor, U.S.A.

- Lynch, J. F. 1991. Effects of Hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23: 488 – 96 pp.
- Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En: <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP>. Consultado: Diciembre, 2021.
- Montenegro, A. L, Álvarez, J. P., Bastián-Monarca, N. A., y Pereira, T. A., 2020. Evaluación de impacto acústico por ruido sobre la fauna nativa terrestre en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) en Chile. En: INGEACUS 2020 Congreso Internacional de Acústica y Audio Presional. En: https://www.researchgate.net/publication/348418400_Evaluacion_de_impacto_acustico_por_ruido_sobre_la_fauna_nativa_terrestre_en_el_marco_del_Sistema_de_Evaluacion_de_Impacto_Ambiental_SEIA_en_Chile. Consultada: Diciembre, 2021.
- Muñoz-Pedrerros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 139 – 156.
- Navarro – Sigüenza, A. G., Rebón – Gallardo, M. F., Gordillo – Martínez, A., Towswns P., A., Berlanga – García, H., y Sánchez – González, L. A., 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S476 – S495.
- OECD, 2010. Education at a glance 2010. OECD Publishing, Paris. En: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487. Consultado: Mayo, 2017.
- OECD, 2016. Education at a glance 2021. OECD Publishing, Paris. En: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487. Consultado: Enero, 2022.
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., y Sombroek, W. G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). En: http://www.the-eis.com/data/literature/World20mapofthe20statusofhuman-inducedsoildegradation_1991.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- Ortiz S., R., 2015. Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. *Revista Eubacteria* 34: 51 – 64.
- Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. *Applied Acoustics* 65: 357 – 366 p.
- Peterson, R.T., Chalif, E.L. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Ed. Diana, México. ISBN 968-13-1282-1.
- Prüss-Üstün, A., y Corvalán, C., 2006. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. Organización Mundial de la Salud. En: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/previsexecsumsp.pdf. Consultado: Mayo, 2017.
- Ramos-Leal, J. A., López-Loera, H., Martínez-Ruiz, V. J., Aranda – Gómez, J. J., 2007. Sucesión de eventos y geometría de la parte central del acuífero dl graben de Villa de Reyes (San Luis Potosí, México) inferida a partir de datos geoelectricos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 24 (1): 31 – 46.

- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., y Yoder, D. C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703. 384 p.
- Reyes J., I., 2014. Una ojeada a la clasificación del suelo. Contactos 91: 30 – 40.
- Rosengaus M., M., Jiménez E., M., y Vázquez C., M.T., 2002. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Edts. CENAPRED e IMTA. En: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf>. Consultado: Enero, 2022.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez – Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez – Granados, G., y Rodríguez – Moreno, Á., 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S496 – S504.
- SEGAM, 2018. Actualización del inventario de emisiones y modelación de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí: Elaborado por SARAN Estudios y Proyectos Ambientales, S de R.L. de C.V. En: [https://slp.gob.mx/segam/Documentos compartidos/ESTUDIOS PROGRAMAS Y PROYECTOS/Informe final Inventario y Modelación SLP final – para publicar.pdf](https://slp.gob.mx/segam/Documentos_compartidos/ESTUDIOS_PROGRAMAS_Y_PROYECTOS/Informe_final_Inventario_y_Modelación_SLP_final_-_para_publicar.pdf). Consultado: Junio, 2022.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación), 2012. Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos. En: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Hidrometeorologico.pdf>. Consultado: Enero, 2022.
- Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., y Pahua D., D., 2016. Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM 59 (6): 8 – 22 p.
- Tanner, E. V. J., y Kapos, V., 1991. Hurricane effects on forest ecosystems in the Caribbean. Biotropica 23 (4a): 513 – 521 pp.
- Tépach M., R., 2015. El flujo migratorio internacional de México hacia los Estados Unidos y la captación interna de las remesas familiares, 2000 – 2015. Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis de la Cámara de Diputados. En: <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ISS-07-15.pdf>. Consultado: Enero, 2022.
- Tetteh, R. N., 2015. Chemical soil degradation as a result of contamination: A review. Journal of Soils Science and Environmental Management 6(6): 140 – 147.
- Tristán-González, M., Labarthe-Hernández, G., Aguirre-Díaz, G., y Aguillón-Robles, A., 2008, Tectono-volcanic control of fissure type vents for the 28 Ma Panalillo Ignimbrite in the Villa de Reyes graben, San Luis Potosí, México. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 3.
- UN (United Nations), 2006. World urbanization prospects: The 2005 revision. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. United Nations, New York. 196 p.

- Whigham, D. F., Zugastay T., P., Cabrera C., E., O'Neill, J., y Ley, E., 1990. The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatan of Mexico. *Trop. Ecol.*, 31(2): 23 – 34 pp.
- Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Harmon, M. E., 1991. The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23: 434 – 441 pp.
- Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Curtis, A. B., 2003. Impacts of hurricanes on the forests of Quintana Roo, Yucatán Peninsula, México. En: *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. 1a Edición. En: <https://pdfs.semanticscholar.org/2aa0/34a8def26607faf59f9cc4b1285a75b0f4bf.pdf>. Consultado: Enero, 2022.
- WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. Consultado: Diciembre, 2021.
- Xix A., G. R., 2010. Estado actual y futuro de la cartografía de suelos en México. 1er Taller latinoamericano global Globalsoilmap.net. Consultado en: http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/LatinAmerica_Atlas/Meeting2010/08Sep/9_Mexico.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.
- Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2. 2009.
- Risk Analysis for Process Plant. Pipelines and Transport JR. Taylor.
- U.S Department of Health and Human Services. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. U.S. DHHS. Ohio.