CONTENIDO GENERAL

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO O INSTALACIÓN ..... …1

I.1. Datos generales del regulado 1

I.1.1. Nombre o razón social 1

I.1.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 1

I.1.3. Nombre y cargo del representante legal 1

I.1.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones 1

I.2. Datos generales del responsable del análisis de riesgos 1

I.3. Inicio de operaciones 3

I.4. Ubicación del proyecto 3

I.5. Susceptibilidad de la zona donde se ubicará el proyecto a fenómenos naturales o actividades antropogénicas (tabla resumen) 7

I.6. Criterios, normas, códigos, estándares y buenas prácticas consideradas para la elaboración de las bases de diseño del proyecto 8

I.7. Accesos marítimos y/o terrestres a las instalaciones superficiales del proyecto 10

I.8. Interconexión con el ducto de transporte 10

I.9. Autorizaciones oficiales con que cuenta el proyecto para llevar a cabo la actividad del Sector Hidrocarburos 13

I.10. Descripción del ducto 13

I.10.1. Memoria técnico descriptiva del proyecto 16

I.10.2. Planos de las estaciones de regulación y medición. 16

I.10.3. Planos de generales y detallados de la red de distribución 16

I.10.4. Cruzamientos y paralelismos con otros servicios enterrados 16

I.10.5. Cruces direccionados con carreteras, vías férreas, flujos de agua y líneas de transmisión eléctrica 19

I.11. Anexo fotográfico 20

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla I.1.- Director del proyecto: Estudio de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos. 2

Tabla I.2.- Responsable técnico del Estudio de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos: 2

Tabla I.3.- Especialistas y técnicos que participan en la elaboración del estudio: 2

Tabla I.4.- Tabla resumen – susceptibilidad del sitio del PROYECTO a fenómenos naturales y actividades antropogénicas. 7

Tabla I.5.- Longitudes de red de distribución del PROYECTO a ampliar, por año. 14

Tabla I.6.- Tipo de afectación esperada por tipo de servicio enterrado en la cercanía del tubo de gas. 18

Tabla I.7.- Tipo de afectación esperada por tipo de servicio enterrado en la cercanía del tubo de gas. 18

Tabla I.8.- Tipo de afectación esperada por tipo de cruce direccionado de la tubería de gas. 19

Tabla I.9.- Especificaciones de profundidad de zanja ante diferentes cruces direccionados de la tubería de red de distribución de gas de acuerdo a la NOM-003-ASEA-2016. 20

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura I.1.- Ubicación del PROYECTO en el contexto nacional. 4

Figura I.2.- Ubicación del PROYECTO en el contexto regional. 5

Figura I.3.- Ubicación del PROYECTO en el contexto nacional. 6

Figura I.4.- Accesorio denominado 3-way tee, el cual se solda a la tubería de la empresa transportista para la instalación del ducto de transporte (Fuente: T.D. Williamson®, 2020).....11

Figura I.5.- Válvula tipo "sándwich" para contener y tapar la tubería del transportista, una vez que fue perforada durante la operación de Hot-Tapping (Fuente: T.D. Wiliamson®, 2020).....11

Figura I.6.- Herramienta para el sellado de la tubería de transporte durante las operaciones de Hot-Tapping (Fuente: T.D. Williamson®, 2020). 12

Figura I.7.- Arreglo básico del accesorio soldado al ducto de transporte, válvula tipo "sándwich y herramienta de perforación, durante la operación de Hot-Tapping. 12

Figura I.8.- Elementos principales que conforman el sistema de distribución de gas.....14

Figura I.9.- Ubicación del ducto de gas cuando existe paralelismo con la canalización de otro servicio enterrado. 17

Figura I.10.- especificaciones técnicas para la instalación de ductos de gas ante la presencia de paralelismos y cruzamientos, de acuerdo a normativa interna.....17

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO O INSTALACIÓN

I.1. Datos generales del regulado

I.1.1. Nombre o razón social

Naturgy México, S.A. de C.V. (antes Gas Natural México, S.A. de C.V.), empresa legalmente constituida (**Anexo 1.1 Documentación Legal**).

I.1.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

GNM9712017P7, (**Anexo 1.2. Documentación Legal**).

I.1.3. Nombre y cargo del representante legal

El representante legal y director del Proyecto es el **Ing. Armando Espinosa Pérez**, se anexa copia de la identificación oficial y poder notarial con el que se acredita la personalidad jurídica como representante legal de la Empresa (**Anexo 1.3. Documentación Legal**).

I.1.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones

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

I.2. Datos generales del responsable del análisis de riesgos

Nombre o razón social: SINERGIA para la Administración de Riesgos y Sustentabilidad, S.C.

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla I.1.- Director del proyecto: Estudio de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos.

Nombre	RFC	No. Célula Profesional
Ing. Armando Espinosa Pérez	*	6269699

Tabla I.2.- Responsable técnico del Estudio de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos:

Nombre	RFC	No. Célula Profesional
Ing. José César Perúllez Rodríguez	*	9238899

* RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla I.3.- Especialistas y técnicos que participan en la elaboración del estudio:

Nombre	Área que desempeña
NOMBRES DE PERSONAS FISICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Ingeniera Química Ambiental, Dirección de Proyecto, Impacto y Riesgo Ambiental.
	Ingeniero Ambiental, Responsable Técnico, Seguridad Operativa, Seguridad Industrial, Riesgo Ambiental.
	Administración General
	Sistemas de Información Geográfica y Cartografía.
	Especialista en Flora y Fauna e Impacto Ambiental.
	Técnico de campo en Flora y Fauna, equipamiento urbano y logística.

Para la Identificación de Peligros y Evaluación de los Riesgos del proyecto denominado "**Preparación del sitio, construcción, pre - arranque, operación, mantenimiento, cierre, desmantelamiento y abandono del sistema de distribución de gas natural de Naturgy México S.A. de C.V., en el municipio de San Luis Potosí y Zona Conurbada en el Estado de San Luis Potosí, México**" (de aquí en adelante referido como el PROYECTO), se pretende ubicar en la zona urbanizada del municipio de San Luis Potosí, Estado de San Luis Potosí, para el suministro a clientes residenciales, comerciales e industriales para lo cual se utilizarán calles y vialidades actualmente existentes.

Se llevó a cabo el presente ARSH del PROYECTO, conforme las mejores prácticas nacionales e internacionales que permiten garantizar una administración de riesgos acorde al tipo de proyecto. Al respecto resultó conveniente desarrollar el ARSH de manera sistemática, metodológica y consistente, dentro del cual se identificaron de manera exhaustiva los peligros y evaluados los riesgos asociados con el PROYECTO y, en su caso, se determinaron las acciones y/o recomendaciones que, en materia de seguridad industrial, seguridad

operativa y protección al medio ambiente, se deben de implementar para reducir el riesgo asociado al PROYECTO que se presenta y mantenerlo en niveles aceptables.

El proyecto de ampliación de la red de distribución que se presenta, formará parte de una red de distribución que fue previamente autorizada en materia de Impacto Ambiental y cuyas autorizaciones que anteceden a la presente ampliación, se describen en el apartado I.9 del presente ARSH. La información referente a la construcción de los tramos de red por año, correspondientes a la ampliación del sistema de distribución está proyectada a 10 años, sin embargo, se está considerando un periodo de tiempo adicional de 5 años, adicional a los 10 años señalados, con el fin de llevar a cabo una validación de las condiciones de diseño y tomar en consideración, cambios a lo presentado.

I.3. Inicio de operaciones

El PROYECTO, una vez autorizado en materia de impacto ambiental, tendrá una duración de 15 años para las etapas de preparación del sitio y construcción (10 años de construcción de la red más cinco años para las validaciones previas del sitio y consideraciones ante condiciones cambiantes del sitio), las fases de pre-arranque, operación y mantenimiento tendrán una duración de 50 años y las etapas de cierre, desmantelamiento y abandono, tendrán una duración de 15 años.

I.4. Ubicación del proyecto

El PROYECTO está diseñado para ampliar el sistema de distribución de gas natural en el Municipio de San Luís Potosí, Estado de San Luís Potosí, para el suministro a clientes residenciales, comerciales e industriales para lo cual se utilizarán calles y vialidades actualmente existentes.

En las siguientes figuras se ilustra la ubicación de los tendidos de red dentro del Estado de San Luís Potosí, a una escala nacional, regional y local.

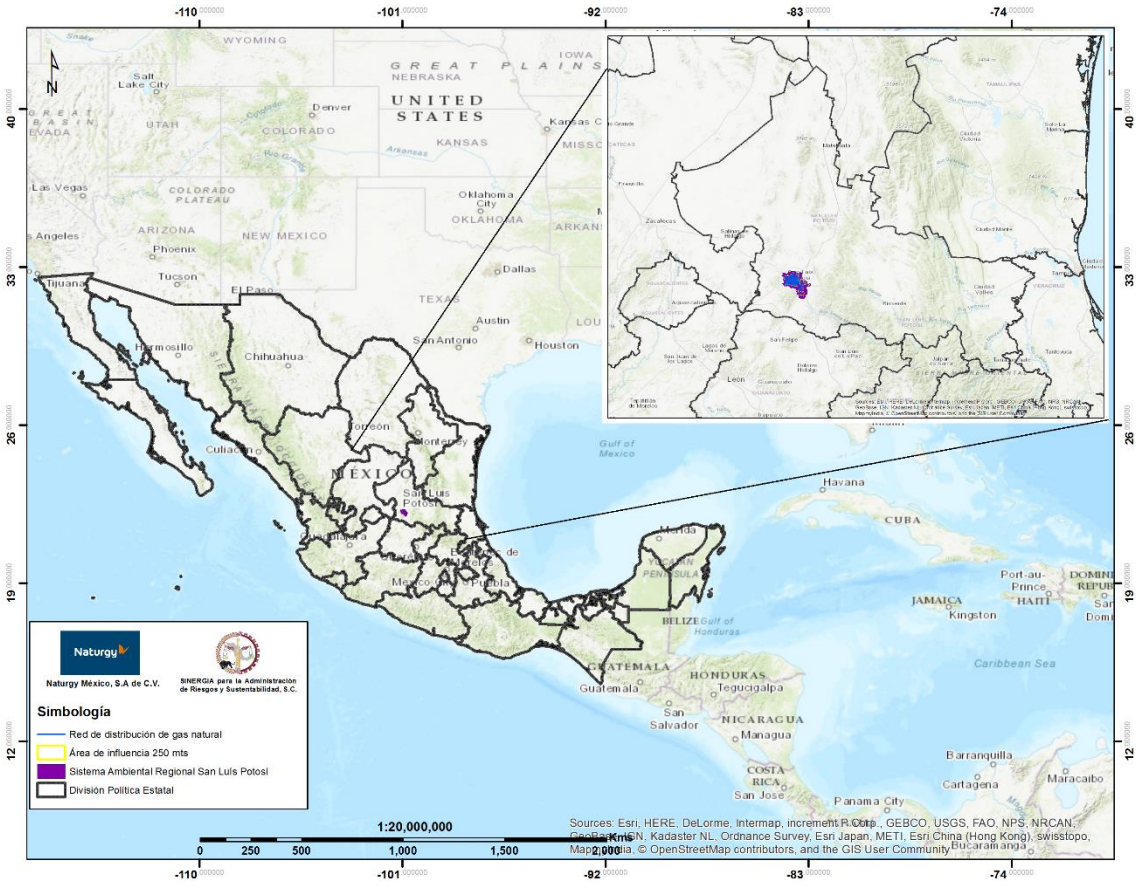


Figura I.1.- Ubicación del PROYECTO en el contexto nacional.

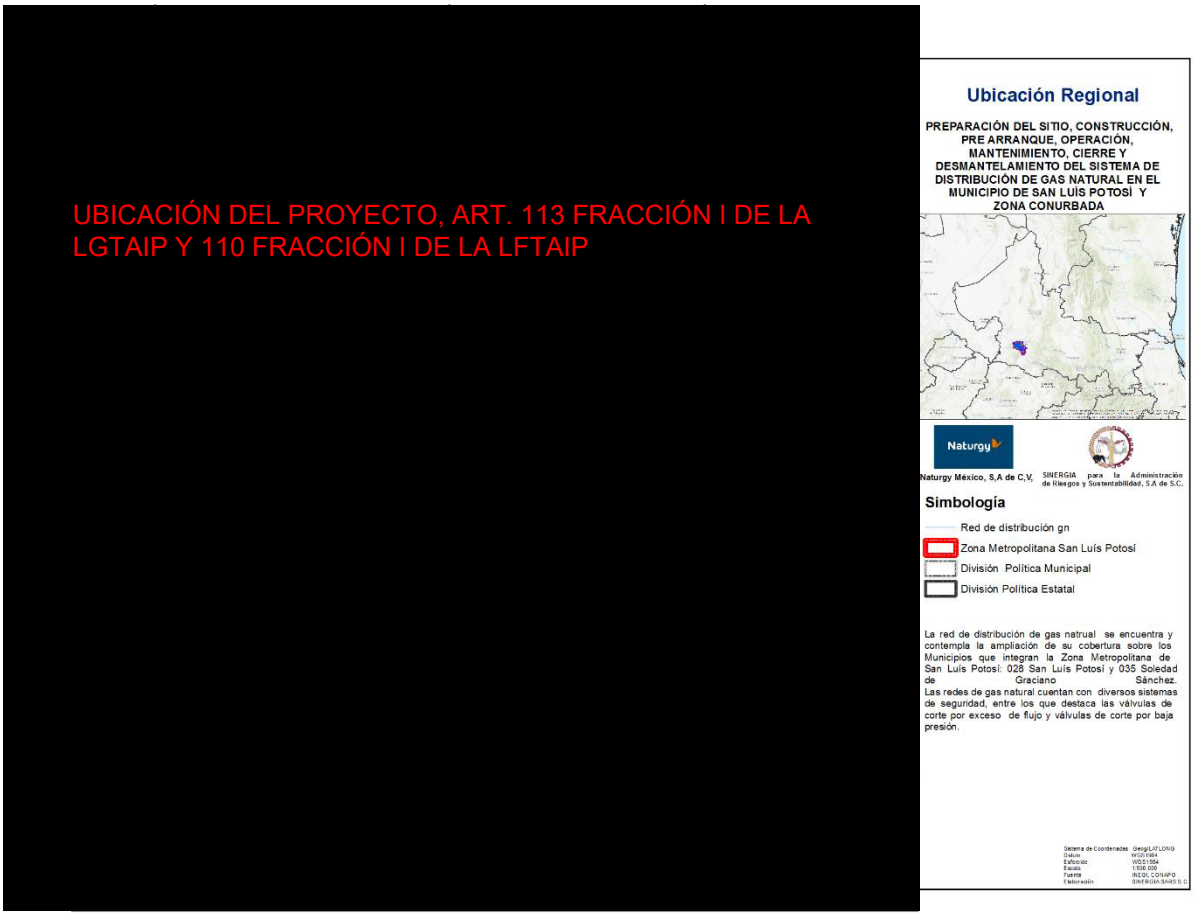


Figura I.2.- Ubicación del PROYECTO en el contexto regional.

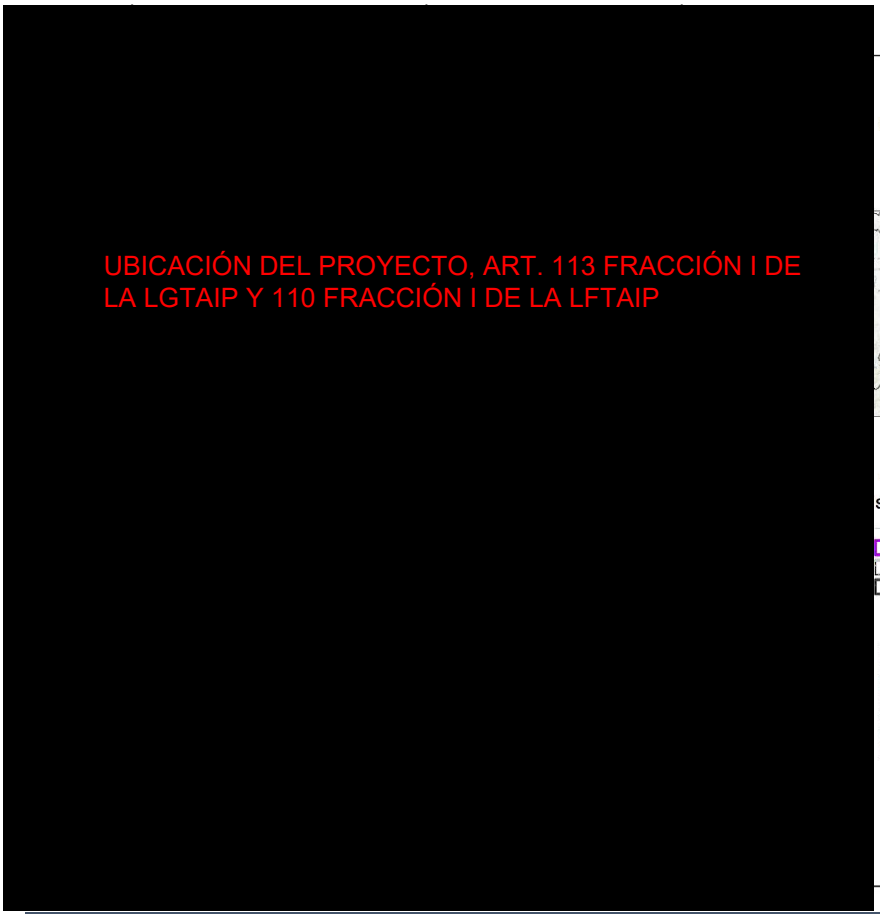


Figura I.3.- Ubicación del PROYECTO en el contexto nacional.

En el **ANEXO 2.2** se incluye el plano de trazo del proyecto que se presenta.

I.5. Susceptibilidad de la zona donde se ubicará el proyecto a fenómenos naturales o actividades antropogénicas (tabla resumen)

El territorio donde se ubicará el PROYECTO, es susceptible a diferentes fenómenos naturales que pudieran afectar de manera negativa al mismo.

A continuación, se señalan los principales fenómenos naturales a los que el sitio del PROYECTO se encuentra sujeto y es susceptible:

Tabla I.4.- Tabla resumen – susceptibilidad del sitio del PROYECTO a fenómenos naturales y actividades antropogénicas.

Fenómeno o actividad	Zona susceptible	
	Si	No
Inundaciones	✓	
Huracanes		✓
Tornados		✓
Vientos extremos	✓	
Heladas	✓	
Tormentas eléctricas	✓	
Sismos	✓	
Fallas geológicas	✓	
Fracturas geológicas	✓	
Deslizamientos	✓	
Corrimientos de tierra	✓	
Derrumbes o hundimientos	✓	
Vulcanología		✓
Manifestaciones	✓	
Sabotaje	✓	

La descripción detallada de la susceptibilidad del sitio del PROYECTO a los fenómenos naturales o actividades antropogénicas señaladas, se incluye en el Capítulo III del presente ARSH.

I.6. Criterios, normas, códigos, estándares y buenas prácticas consideradas para la elaboración de las bases de diseño del proyecto

Los criterios y normas técnicas consideradas para la elaboración de las bases de diseño del PROYECTO son los siguientes:

American Gas Association (AGA).

a) AGA Technical report No. 10, Steady Flow in gas pipelines fluid flow model.

American Petroleum Institute (API).

a) API 1104-1999, Welding of pipelines and related facilities.

b) API 5L-2000, Specification for line pipe.

c) API RP 5L1-1996, Recommended practice for railroad transportation of line pipe.

d) API RP 5LW-1996, Recommended practice for transportation of line pipe on barges and marine vessels.

e) API 6D-1994, Specification for pipe lines valves.

American Society of Mechanical Engineers (ASME).

a) ASME B 31.8-2003, Gas transmission and distribution piping systems.

b) ASME BPV-2001, Boiler and Pressure Vessel code, section I, section VIII division I, section VIII division 2, section IX.

c) ASME B 16.1-1998, Cast iron pipe flanges and flanged fittings.

d) ASME B 16.5-1996, Pipe flanges and flanged fittings.

e) ASME B 16.9-2001, Factory made wrought steel buttwelding fittings.

f) ASME B 16.18-1984/Reaffirmed 1994, Cast copper alloy solder joint pressure fittings.

g) ASME B 16.22-1995, Wrought copper and copper alloy solder joint pressure fittings.

h) ASME B 16.25-1997, Buttwelding ends.

i) ASME B 16.33-1990, Manually operated metallic gas valves for use in gas piping systems up to 125 psig, size ½" - 2".

j) ASME B 16.34-1996, Valves flanged, threaded and welding end.

k) ASME B 16.38-1985/Reaffirmed 1994, Large metallic valves for gas distribution (manually operated NPS 2 ½" to 12", 125 psig max.)

l) ASME B 16.40-1985/Reaffirmed 1994, Manually operated thermoplastic gas shut-offs and valves in gas distribution systems.

American Society for Testing and Materials (ASTM).

a) ASTM B 32; Standard specification for solder metal.

b) ASTM A 53-1996, Standard specification for pipe, steel, black and hot dipped, zinc coated welded and seamless.

c) ASTM A 106-1995, Standard specification for seamless carbon steel pipe for high temperature service.

d) ASTM A 333/A 333M-1994, Standard specification for seamless and welded steel pipe for low temperature service.

e) ASTM A 381-1993, Standard specification for metal arc welded steel pipe for use with high pressure transmission systems.

f) ASTM A 671-1994, Standard specification for electric fusion welded steel pipe for atmospheric and lower temperatures.

g) ASTM A 672-1994, Standard specification for electric fusion welded steel pipe for high pressure service at moderate temperatures.

h) ASTM A 691-1993, Standard specification for carbon and alloy steel pipe, electric fusion welded for high-pressure service at high temperatures.

i) ASTM B 813, Standard specification for liquid and paste fluxes for soldering of copper and copper alloy tube.

j) ASTM B 828, Standard practice for making capillary joints by soldering of copper and copper alloys tube and fittings.

k) ASTM B 837-1995, Standard specification for seamless copper tube for natural gas and Liquefied Petroleum (LP) gas distribution systems.

l) ASTM D 1988-1991 (Reapproved 1995), Standard test method for Mercaptans in natural gas using length-of-stain detector tubes.

m) ASTM D 2513-1999, Standard specification for thermoplastic gas pressure pipe, tubing and fittings.

n) ASTM D 2657; Standard practice for heat fusion joining of polyolefin pipe and fittings.

o) ASTM D 3261-1997, Standard specification for butt heat fusion polyethylene (PE) plastic fittings for polyethylene (PE) plastic pipe and tubing.

p) ASTM D 2683-1995, Standard specification for socket type polyethylene fittings for outside diameter controlled polyethylene pipe and tubing.

q) ASTM F 905-1996, Standard practice for qualification of polyethylene saddle fusion joints.

r) ASTM F 1055-1995, Standard specification for electrofusion type polyethylene fittings for outside diameter controlled polyethylene pipe and tubing.

Government of the United States of America, Code of Federal Regulations (CFR), Title 49 Department of Transportation (DOT), Chapter 1.- Research and special programs administration Part 192.

a) CFR 49 DOT 192-2004, Transportation of natural gas by pipeline: Minimum safety standards.

Manufacturers standardization society of the valve and fittings industry (MSS).

a) MSS SP-44-1996 (R 2001), Steel pipe flanges.

b) MSS SP-75-1998, Specification for high test wrought welding fittings.

National Association of Corrosion Engineers (NACE)

a) NACE RP 0169-1996, Standard Recommended Practice. Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems.

b) NACE TM 0497-1997, Standard Test Method. Measurement techniques related to criteria for cathodic protection underground or submerged metallic piping systems.

SEDIGAS, S.A. Recomendación SEDIGAS RS-T-01-1991, Odorización de gases combustibles.

I.7. Accesos marítimos y/o terrestres a las instalaciones superficiales del proyecto

El acceso a las estaciones de regulación y medición (ERM), ubicadas en los puntos de interconexión con el ducto de transporte (también denominadas City Gate's), así como las ERM's intermedias que pueden ser utilizadas para el suministro de gas natural a una región habitacional o zona industrial en particular, es vía terrestre.

Es importante mencionar que los puntos de transferencia de custodia del gas natural, de donde se obtiene el gas natural de la empresa de transporte, ya se encuentran autorizados en materia de impacto ambiental, como se señala en las autorizaciones descritas en el apartado I.7 del presente ARSH.

I.8. Interconexión con el ducto de transporte

La interconexión con el ducto de transporte, se realiza sondando un accesorio denominado 3-way tee, que cuenta con la derivación requerida para soldar la tubería de interconexión.

Previo al inicio de la soldadura del accesorio, se verifican los espesores de la tubería de transporte, con el fin de asegurar que los espesores de la tubería de la empresa transportista, cumplen con las especificaciones normativas.

Una vez verificado los espesores, se procede a la instalación de este accesorio y se verifican nuevamente las soldaduras mediante ultrasonido.

Instalado correctamente el accesorio, se procede a la perforación del ducto de transporte mediante la técnica denominada Hot-Tapping, que consiste en perforar la tubería "en caliente", es decir, presurizada, con el fin de no afectar las operaciones de transporte del ducto a otros distribuidores.

Mediante la técnica Hot-Tapping, se perfora la tubería en un ambiente sellado, sacando un "bocado" de la tubería y colocando una tapa con rosca para sellar el ducto, y una brida ciega.

El accesorio soldado también se une a la tubería que conducirá el gas natural al punto de transferencia de custodia denominado City Gate. Dicha tubería también ya cuenta con una válvula de seccionamiento instalada, de manera previa a la soldadura del accesorio de interconexión.

Es importante mencionar que, para asegurar la continuidad de las operaciones del ducto de transporte, se instala de manera temporal un bay-pass, a cada lado de la ubicación de la 3-way tee instalada, empleando el mismo procedimiento de hot tapping.

Figura I.4.- Accesorio denominado 3-way tee, el cual se solda a la tubería de la empresa transportista para la instalación del ducto de transporte (Fuente: T.D. Williamson®, 2020)..

Figura I.5.- Válvula tipo "sándwich" para contener y tapar la tubería del transportista, una vez que fue perforada durante la operación de Hot-Tapping (Fuente: T.D. Wiliamson®, 2020).

Figura I.6.- Herramienta para el sellado de la tubería de transporte durante las operaciones de Hot-Tapping (Fuente: T.D. Williamson®, 2020).

Este procedimiento se emplea, tanto para la interconexión con el ducto de transporte, como para la instalación de ampliaciones de tramos de tubería nuevos, a partir de tramos existentes y que se encuentran en operación.

Figura I.7.- Arreglo básico del accesorio soldado al ducto de transporte, válvula tipo "sándwich y herramienta de perforación, durante la operación de Hot-Tapping.

I.9. Autorizaciones oficiales con que cuenta el proyecto para llevar a cabo la actividad del Sector Hidrocarburos

Como antecedentes del proyecto, se gestionaron las siguientes autorizaciones en materia de Impacto y Riesgo Ambiental (**ANEXO 1.4**):

Oficio S.G.P.A./DGIRA.DG.0101.09 de fecha 14 de enero de 2009 emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales autorizando la construcción y operación de un gasoducto de 2,313 metros de longitud y 6 pulgadas de diámetro.

Oficio 144.1.- SDGPARN.-UG.-000633 de fecha 17 de abril de 2009 emitido por la Delegación Federal en el Estado de san Luis Potosí, se otorgó ampliación de plazo para la etapa de construcción de la red de distribución autorizada mediante oficio No. 0019 de fecha 25 de septiembre de 2001.

Oficio SGPA/DGIRA/DG 00700 de fecha 28 de enero de 2015 emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del cual se autoriza un total de 1,459,177 metros de red de tubería de acero y polietileno.

Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/5S.1/1884/2016 de fecha 27 de mayo de 2016 emitido por la Dirección General de Gestión Comercial de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, a través del cual se autoriza un total de 704, 612. 57 m de red de tubería de acero y polietileno.

De esta forma se tiene que existe una estrecha vinculación entre los proyectos autorizados anteriormente por la ASEA, con el presente proyecto.

I.10. Descripción del ducto

El PROYECTO que se presenta, se ubicará en las zonas urbanas, suburbanas e industriales de San Luis Potosí, donde brindará el servicio a áreas habitacionales, comerciales e industriales de dicho territorio (**ANEXO 2.2**).

El sistema de distribución de gas natural, estará conformado por una serie de tuberías en forma de malla o sistemas independientes, donde éstas estarán comprendidas entre los denominados "City Gate", "Puntos de Transferencia" o "Puntos de Entrega de Gas Natural (PEGN)" y las válvulas de acometida de cada cliente.

Figura I.8.- Elementos principales que conforman el sistema de distribución de gas.

Dadas las características del PROYECTO el cual corresponde a una red de distribución de gas natural, éste no se sitúa en una sola dirección y se encuentra distribuida en zonas con uso de suelo exclusivamente urbano, sub-urbano e industrial.

Es de suma importancia mencionar que el presente PROYECTO será ubicado exclusivamente en calles y vialidades existentes dentro de la zona urbana del Estado de San Luis Potosí, en el Municipio del mismo nombre, por lo que, para la construcción del mismo no se efectuará cambio de uso de suelo en superficie alguna o retiro total o parcial de vegetación.

Las necesidades de crecimiento y desarrollo de la industria y zonas habitacionales con necesidades de líneas de gas natural aumentan día a día, involucrando un crecimiento a futuro previsto de un sistema de distribución.

El PROYECTO que se presenta, solicita la ampliación de la red por una longitud total de **2,591,028.30 metros**, en materiales de acero al carbón y polietileno, cuyas fases de preparación del sitio y construcción tendrán una duración de 15 años (10 años para la construcción de la tubería más cinco años para las actividades de validación y de consideración a posibles cambios en las condiciones del sitio), la fase de pre-arranque, operación y mantenimiento tendrán una duración de 50 años y las fases de cierre, desmantelamiento y abandono tendrán una duración de 15 años.

En la siguiente tabla se desglosa la construcción de los tramos de red por tipo de material y por rango de presión.

Tabla I.5.- Longitudes de red de distribución del PROYECTO a ampliar.

Longitud total			
Material	**Presión**	**Diámetro**	**Longitud (m)**
Acero	APA	1 Pulg	1.00
Acero	APA	2 Pulg	2648.60

Longitud total			
Material	**Presión**	**Diámetro**	**Longitud (m)**
Acero	APA	2 Pulg	11742.20
Acero	APA	2 Pulg	61.20
Acero	APA	3 Pulg	1057.10
Acero	APA	4 Pulg	13321.90
Acero	APA	4 Pulg	2598.10
Acero	APA	6 Pulg	12688.00
Acero	APA	6 Pulg	30656.40
Acero	APA	8 Pulg	2009.00
Acero	APA	8 Pulg	10453.00
Acero	APA	10 Pulg	1844.00
Acero	APA	12 Pulg	1786.70
Acero	APA	16 Pulg	10610.10
Acero	APA	24 Pulg	1129.40
Acero	APA	24 Pulg	28141.70
Polietileno	MPB	63 mm	1915386.40
Polietileno	MPB	40 mm	260626.20
Acero	MPB	2 Pulg	10.00
Polietileno	MPB	90 mm	6.80
Polietileno	MPB	110 mm	82499.30
Polietileno	MPB	160 mm	183655.10
Polietileno	MPB	200 mm	5958.80
Acero	MPB	8 Pulg	15.00
Acero	MPB	8 Pulg	14.80
Acero	MPB	10 Pulg	20.00
Acero	MPB	12 Pulg	10.00
Acero	MPC	2 Pulg	132.10
Acero	MPC	2 Pulg	24.00
Acero	MPC	4 Pulg	927.60
Acero	MPC	4 Pulg	1909.40
Acero	MPC	6 Pulg	0.20
Acero	MPC	6 Pulg	4620.90
Polietileno	MPC	200 mm	4463.30
		Suma (m)	**2,591,028.30**

Para el modelo completo, se confirma la longitud total de 2,591,028.30 metros de tubería en diferentes diámetros (red autorizada previamente en materia de impacto ambiental más ampliación), se hace la aclaración de que el cálculo considera todo el sistema de distribución para poder tener un panorama completo d los consumos y presiones.

Las obras que constituyen a la infraestructura de la distribución de gas, son diseñadas y construidas bajo una estricta supervisión técnica, con el fin de garantizar la calidad de los diferentes materiales a utilizar y el buen funcionamiento de la misma.

I.10.1. Memoria técnico-descriptiva del proyecto

El PROYECTO consiste en la ampliación de la red de distribución de gas natural ya existente en zonas urbanizadas del Estado de San Luis Potosí, en el municipio del mismo nombre, para el suministro a clientes residenciales, comerciales e industriales en dicho municipio para lo cual se utilizarán calles y vialidades actualmente existentes.

Además de lo anterior, la instalación de la red de distribución de gas natural persigue continuar con la transición energética a combustibles más limpios, siendo esta una estrategia de interés nacional.

Para ello, se prepara una memoria técnico-descriptiva (MTD) del PROYECTO, con el fin de detallar las especificaciones de diseño, construcción, pre-arranque y operación de la nueva red de distribución (**ANEXO 2.1**).

I.10.2. Planos de las estaciones de regulación y medición.

La documentación técnica del proyecto incluye los planos de las estaciones de regulación tipo, las cuales contarán con un tren de regulación en dos etapas y de medición. Estos planos muestran la instrumentación con que contarán las estaciones de tal manera que se asegure el control de las operaciones de suministro y distribución de gas natural (**ANEXO 2.2**).

I.10.3. Planos de generales y detallados de la red de distribución

El PROYECTO cuenta con planos a detalle de los tendidos de la red de distribución proyectada, así como planos específicos de los cruces direccionales y aéreos, de profundidades de zanja, de los registros para válvulas, del sistema de protección catódica, de las especificaciones de señalización (hitos) y puntos de acometida (**ANEXO 2.2**).

I.10.4. Cruzamientos y paralelismos con otros servicios enterrados

El PROYECTO contempla cruzamientos con vías férreas, carreteras y canales de agua, tanto pluvial como de aguas negras. La ubicación de cada cruzamiento contemplado en el proyecto se describe en el inventario de red, incluido en el **ANEXO 2.6**.

En la instalación de redes, acometidas y acometidas interiores enterradas de gas, cuando existan otros servicios próximos ya instalados, la tubería se ubicará lo más alejada posible de estos y, siempre que sea factible, a una distancia mayor a la que se señale dentro de los ordenamientos jurídicos establecidos para tales servicios.

Cuando por causas justificadas no pueda respetarse dicho distanciamiento, se interpondrán entre ambas canalizaciones, materiales que proporcionen la suficiente protección mecánica, eléctrica, térmica o química.

En recorridos paralelos, queda expresamente prohibida a instalación de la tubería de gas en la proyección vertical, tanto por encima como por debajo, del servicio encontrado. Adicionalmente se procurará el mayor distanciamiento posible a juntas en canalizaciones de otros servicios y a tubulares no estancas:

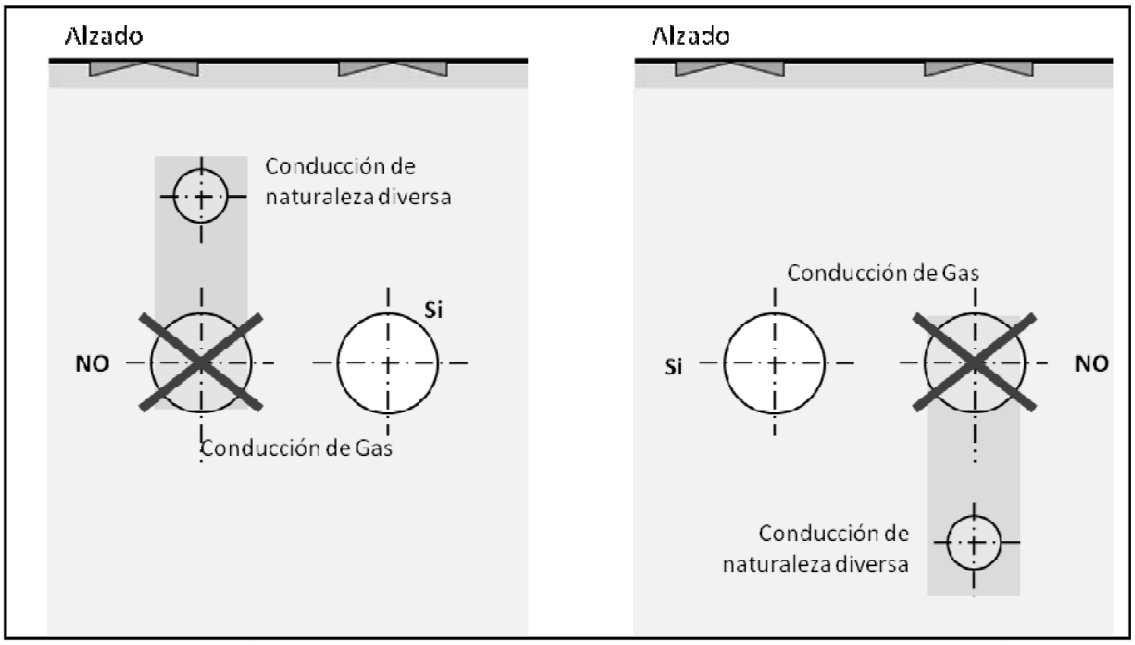


Figura I.9.- Ubicación del ducto de gas cuando existe paralelismo con la canalización de otro servicio enterrado.

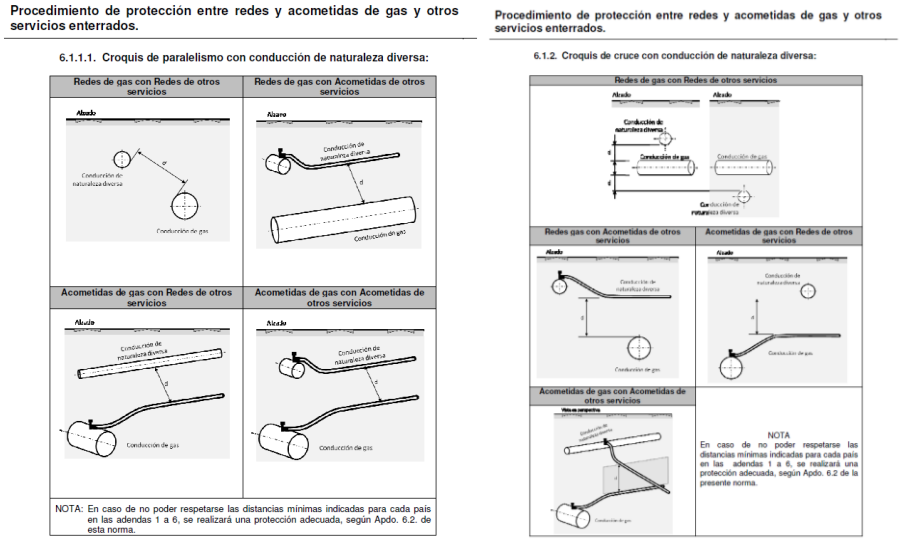


Figura I.10.- especificaciones técnicas para la instalación de ductos de gas ante la presencia de paralelismos y cruzamientos, de acuerdo a normativa interna.

Las especificaciones técnicas para la ubicación de tendidos de red de gas, ante la presencia de canalizaciones de otros servicios enterrados, se encuentran plasmadas dentro de los procedimientos internos de la empresa (**ANEXO 2.3)**.

Dependiendo de la naturaleza del servicio del cual se deba proteger el tubo de gas, y el tipo de afectación que pueda causar a la tubería de gas, se colocará el tipo de protección adecuado a las características del mismo.

Tabla I.6.- Tipo de afectación esperada por tipo de servicio enterrado en la cercanía del tubo de gas.

Tipo de servicio enterrado	Afectación
Canalización de agua	La afectación puede originar una fuga de agua, considerada como afectación MECÁNICA. En este caso, la tubería de gas enterrada, en las inmediaciones, puede verse afectada por el impacto continuo de un dardo de agua presión, que mezclado con arena puede producirla perforación del tubo.
Cables de distribución eléctrica	Puede originar dos tipos de afectación: ELÉCTRICA por avería, y ELÉCTRICA por sobrecargas que pueden producir temperaturas elevadas.
Redes de telecomunicación	Pueden originar una afectación ELÉCTRICA, debido a que las tuberías de gas enterradas pueden verse afectadas por una descarga eléctrica, procedente de un defecto de un cable de telecomunicaciones que circule cerca de ellas.
Conducciones de agua residual y desagües	Pueden originar una afectación QUÍMICA, debido a que las tuberías de gas enterradas pueden verse afectadas por alguna sustancia química procedente de un escape de agua residual de una tubería que circule cerca de la conducción de gas.
Tuberías de hormigón y arquetas de ladrillo	La afectación que puede originar es MECÁNICA y básicamente por rozamiento. Se debe evitar que las canalizaciones de gas enterradas que se instalen en la cercanía de tuberías de hormigón o de servicios hormigonados puedan sufrir daños por su proximidad durante el tapado y compactación.

Con el fin de proteger a la tubería de gas y los servicios enterrados paralelos o cruzados con ésta, se emplearán materiales de protección en cada cruce o paralelismo, de acuerdo con el tipo de afectación identificado y bajo los criterios siguientes:

Tabla I.7.- Tipo de afectación esperada por tipo de servicio enterrado en la cercanía del tubo de gas.

Suministros de los cuales las conducciones de gas deben protegerse	Tipo de afectación	Materiales de protección				
		Compound elastomérico ignífugo	Ladrillo macizo	Fibrocemento	PVC	NBR
Redes de agua presurizada	Mecánica	SI*	SI	SI	NO	NO
Cables eléctricos	Térmica y eléctrica	SI*	SI	SI	NO	NO

Suministros de los cuales las conducciones de gas deben protegerse	Tipo de afectación	Materiales de protección				
		Compound elastomérico ignífugo	Ladrillo macizo	Fibrocemento	PVC	NBR
(alumbrado público, compañía eléctrica, etc.)						
Telecomunicaciones	Eléctrica	SI*	SI	SI	SI*	SI
Tuberías de hormigón, Servicios hormigonados y arquetas de ladrillo	Mecánica (rozamiento)	NO	NO	NO	SI*	SI*
Conducciones de aguas residuales y desagües	Química	NO	NO	NO	SI*	NO

(*) Uso preferente

I.10.5. Cruces direccionados con carreteras, vías férreas, flujos de agua y líneas de transmisión eléctrica

El PROYECTO contempla cruzamientos con vías férreas, carreteras y canales de agua, tanto pluvial como de aguas negras. Este tipo de cruzamientos también puede tener afectaciones a la tubería de gas debido a que representan fuentes de afectación de tipo mecánico, químico o eléctrico.

La ubicación geográfica de cada cruzamiento contemplado en el proyecto se describe en el inventario de red, incluido en el **ANEXO 2.6**.

Tabla I.8.- Tipo de afectación esperada por tipo de cruce direccionado de la tubería de gas.

Cruce direccionado con:	Afectación
Carretera	La afectación se puede considerar como de tipo MÉCÁNICA, debido a las vibraciones que puede generar el paso de vehículos pesados y su interacción con arena pueden producir la perforación de la tubería.
Vía férrea	Se puede considerar una afectación de tipo mecánica, muy similar al que se producirá por una carretera i paso vehicular.
Canal o flujo de agua	La humedad del material con que esté constituido el fondo de la corriente de agua puede producir una afectación de tipo químico, debido al proceso de corrosión, así como la presencia de contaminantes químicos presentes en el agua.

Cruce direccionado con:	Afectación
Cruce o paralelismo con torres y líneas de alta tensión	La afectación puede ser de tipo eléctrico por causa de interferencias eléctricas en la línea de alta tensión.

Ante este tipo de cruces direccionados, se procederá conforme a lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016 *Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos*:

Durante la fase de construcción, la excavación de la zanja que alojará la tubería principal, ramal o acometida, cumplirá con los requerimientos de profundidad especificados en la norma antes citada:

Tabla I.9.- Especificaciones de profundidad de zanja ante diferentes cruces direccionados de la tubería de red de distribución de gas de acuerdo a la NOM-003-ASEA-2016.

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		75	60
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
Acometidas	Presión de operación <= 689 kPa	45	30
	Presión de operación > 689 kPa	60	45

Se instalarán también válvulas de seccionamiento a cada lado del cruce direccionado que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se localizarán en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.

Antes del pre-arranque de la red de distribución, se llevarán a cabo ensayos no destructivos a las uniones soldadas, que se ejecutarán en un 100% de las uniones en cruces con ferrocarriles, carreteras, autopistas, canales e instalaciones superficiales.

Se colocarán señalamientos informativos, restrictivos y/o preventivos en tuberías que operen a una Presión igual o mayor de 689 kPa y ubicados lo más cerca posible, a ambos lados del cruce de una carretera, camino público y ferrocarril; a ambos lados del cruce fluvial y de otros cuerpos de agua, e instalaciones superficiales como válvulas de seccionamiento, estaciones de regulación, estaciones de regulación y medición, rectificadores de corriente y estaciones de odorización.

I.11. Anexo fotográfico

A continuación, se muestran las fotografías más representativas del PROYECTO, destacando sus principales características. Adicionalmente en el **Anexo 07** del presente ARSH se incluye la bitácora de campo de los

centros de concentración masiva y sitios de posibles interacciones de riesgo, visitados durante los recorridos de campo realizados para la elaboración del presente ARSH.

Dentro de la Ciudad de San Luís Potosí, existen diferentes universidades y centros educativos que representan centros de concentración masiva de personas.

En la Ciudad de San Luís Potosí, existen estaciones de servicio que representan puntos de interacción de riesgo ante la presencia de una fuga de gas natural. Sin embargo, se pudo constatar que las gasolineras visitadas cuentan con tanques de almacenamiento enterrados, lo cual representa una me3dida de prevención muy importante para algún tipo de interacción.

Domo San Luís, es un centro de convenciones y eventos masivos que representa un importante centro de concentración masiva de personas.

Las iglesias y centros religiosos también son centros de concentración masiva con un alto índice de presencia en la Ciudad.

Los centros deportivos también representan centros de concentración masiva de personas.

CONTENIDO GENERAL

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 1

II.1. Bases de diseño 1

II.1.1. Diseño 1

II.1.2. Consideraciones especiales de diseño 1

II.1.3. Criterios de diseño de las válvulas de seccionamiento 2

II.1.4. Ubicación de las válvulas de seccionamiento 5

II.1.5. Memoria descriptiva del sistema contra incendio 11

II.1.6. Tiempo estimado de uso de los equipos de proceso y auxiliares, así como de los dispositivos de seguridad 11

II.1.7. Bases de diseño de las estaciones de regulación y medición 12

II.1.8. Soldadura de tubería 14

II.1.9. Sistema SCADA 14

II.1.10. Prueba de hermeticidad 19

II.1.11. Puesta en carga 19

II.1.12. Señalización de líneas de distribución 19

II.1.13. Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural 20

II.1.14. Criterios de diseño para el sistema de protección catódica 20

II.1.15. Especificaciones de los materiales 21

II.2. Materiales peligrosos manejados en el proyecto 21

II.2.1. Hojas de datos de seguridad 21

II.2.2. Cálculo del volumen de gas empacado 23

II.3. Condiciones de operación 31

II.3.1. Estaciones de regulación 31

II.3.2. Especificaciones durante la operación de la red de distribución 32

II.4. Válvulas 32

II.5. Cruzamientos 33

II.6. Operación 33

II.6.1. Puesta en carga (pre-arranque) 33

II.7. Limpieza de obra 33

II.8. Mantenimiento 34

II.8.1. Planes de mantenimiento 35

II.9. Pruebas de verificación 42

II.9.1. Ejecución de las pruebas de presión 43

II.9.2. Operaciones de purgado y puesta en servicio 44

II.9.3. Informe del resultado de las pruebas de hermeticidad, purgado y puesta en servicio 46

II.10. Procedimientos de seguridad 47

II.10.1. Procedimiento de mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares 47

II.11. Plan de Emergencia para la distribución de gas natural 48

II.11.1. Etapas de una urgencia en la red de distribución 50

II.12. Conclusiones del capítulo 51

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla II.1.- Especificaciones de los materiales 21

Tabla II.2.- Longitudes de tubería por tipo de material, considerados en el PROYECTO por año. 24

Tabla II.3.- Resultados del cálculo de la masa de gas natural empacada en la red de distribución de gas natural del PROYECTO. 28

Tabla II.4.- Plazos de resolución de fugas en la red de distribución. 38

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura II.1.- Cruce con carreteras. 7

Figura II.2.- Cruce con canal o cuerpo de agua. 8

Figura II.3.- Cruce con vía de ferrocarril. 9

Figura II.4.- Cruce con ducto de PEMEX. 10

Figura II.5.- Componentes principales de una estación de regulación y medición. 14

Figura II.6.- Diagrama del Cetro de Control Principal. 16

Figura II.7.- Diagrama del Centro de Atención a Urgencias. 17

Figura II.8.- Consideración utilizada para el cálculo del volumen equivalente de una red de distribución de gas natural. 23

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

II.1. Bases de diseño

El diseño de la tubería de gas natural, se basa en las especificaciones técnico-normativas de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, *Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos*, la cual 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.

Las instalaciones del sistema de distribución se diseñaron con la finalidad de proporcionar un suministro seguro y continuo de gas natural.

El diseño del sistema de distribución tendrá en cuenta los aspectos de calidad, de seguridad, y de medio ambiente, tanto en la construcción como operación del sistema de distribución que se establecen más adelante.

II.1.1. Diseño

A continuación, se indican algunos datos y/o parámetros de diseño que se utilizaron en los cálculos de Ingeniería, los cuales son los siguientes:

a) El sistema de Alta Presión deberá operar a una máxima presión de operación (MAOP) de 19 kg/cm^2.

b) La velocidad máxima permitida en las tuberías de gas natural será de 20 m/s (65.60 ft/s).

c) Se instalarán válvulas de seccionamiento conforme lo establece la NOM-003-ASEA-2016 y ASME B 31.8, esto en vía pública, no aplicando para las redes internas de las unidades habitacionales ni en las redes de proyectos de casas solas.

Las válvulas de seccionamiento se instalarán de conformidad con el procedimiento PE.04102 Criterios de diseño y Construcción del sistema de distribución que en su apartado 7.2.9.3 Criterios de instalación.

II.1.2. Consideraciones especiales de diseño

a) Se consideraron los consumos alrededor del área de diseño, con el propósito de determinar el volumen de gas a suministrar.

b) En los proyectos futuros, se deberá indicar claramente los puntos siguientes:

- La localización referenciada de la interconexión.
- La presión en las líneas de alimentación.
- Las características de diseño tanto de válvulas como de los reguladores (tipo, diámetro, material, presión, etc.).
- Los materiales, los diámetros y las longitudes de las líneas de tuberías proyectadas.

c) No está permitido pasar ninguna línea de gas por propiedades privadas que no beneficien a los propios dueños de dicha propiedad. Lógicamente se permitirá instalar las líneas de gas en propiedad privada, siempre y cuando beneficien a los habitantes de la misma.

d) Por ningún motivo se permitirá emplear juntas roscadas en tuberías subterráneas que conduzcan gas natural; únicamente se autorizan juntas roscadas en los siguientes casos (utilizándolas lo menos posible):

- Válvula de aislamiento roscada después del "Riser" (Acometida).
- Regulador doméstico.
- Tuerca unión después de la válvula de aislamiento.
- Válvula de corte antes del regulador doméstico.
- Tuerca unión después de la válvula de corte.
- Tuerca unión para la transición de acero a cobre.

II.1.3. Criterios de diseño de las válvulas de seccionamiento

Los procedimientos internos de grupo definen los criterios a emplear para el diseño de las válvulas de seccionamiento (**Anexo 2.3**):

- **ES.00030.GN-DG Accesorios para derivación y obturación en canalizaciones de acero en servicio con MOP hasta 80 bar**

Materiales

Los materiales de los distintos componentes de los accesorios para derivación, obturación y purga se elegirán entre los indicados en la Tabla 1 de esta especificación. El contenido de carbono máximo de los materiales será el indicado en la norma UNE EN 12007 para Europa y API 5L para el resto de los países de LATAM. Cualquier otro material propuesto por el Fabricante deberá ser sometido a la aprobación previa de GNF, para lo cual deberá identificarlo en la fase de oferta, y aportar las características mecánicas y químicas del mismo, así como el certificado de idoneidad.

Soldadura

Las uniones de las distintas partes de los accesorios entre sí estarán diseñadas para asegurar la penetración completa de la soldadura. Los biseles de las partes soldadas a tope se prepararán de acuerdo con ASME B16.25. Los componentes a soldar en esquina presentarán un borde de soldadura que se adapte perfectamente a la curvatura de la superficie a la que vayan a ir unidos.

Asimismo, estas uniones dispondrán de un refuerzo mediante una soldadura de filete adicional. El espesor de este refuerzo irá disminuyendo progresivamente hasta un mínimo en la zona de los 90 grados de la circunferencia de la soldadura, a fin de que la transmisión de esfuerzos entre el refuerzo y la derivación sea lo más gradual posible.

Las soldaduras se realizarán utilizando procedimientos cualificados de acuerdo con ASME BPVC Section IX o EN ISO 15614-1. Estos procedimientos habrán sido aceptados por GNF antes del inicio de las actividades de soldadura. Los soldadores estarán cualificados según ASME BPVC Section IX o EN 287-1.

La aplicación de cualquier otra norma de calificación, tanto de procedimientos de soldadura como de soldadores, deberá ser aprobada por GNF.

Diseño y construcción

El diseño de la pieza será tal que se minimice la cantidad de soldadura en el cuerpo de la misma. Se recomienda que la pieza que vaya a ir unida a la derivación sea conformada sin soldadura (ver Tabla 1), siempre y cuando las dimensiones estandarizadas por ASME B16.9 lo permitan. En caso de que la Té de derivación se construya mediante ensamblaje de tubos, dicha circunstancia deberá quedar reflejada en la documentación del accesorio. En cualquier caso, GNF se reserva de derecho de rechazar la fabricación de Tés soldadas.

Todo el sistema de sujeción de los tapones y accesorios ha de ser compatible con la maquinaria y utillaje de perforación TDW. Las disposiciones básicas de los accesorios de derivación y obturación se muestran en los Anexos 1 y 2. Las dimensiones las facilitará el Proveedor/Fabricante del accesorio para cada pieza y rating durante la fase de aprobación de producto y deberán ser compatibles con la maquinaria y utillaje de perforación y obturación TDW, para cada rating correspondiente.

Cálculo de espesores

El espesor mínimo de las partes de los accesorios que vayan a estar sometidos a presión, se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E = \frac{P.D}{20.\sigma} \times \frac{1}{F.C}$$

Donde:

E: Espesor mínimo, en mm.

P: Presión máxima de servicio, en bar.

D: Diámetro exterior, en mm.

σ: Límite elástico mínimo especificado del material, en N/mm2.

F: Igual a 1 (factor de eficiencia del material).

C: Coeficiente de cálculo según la categoría de emplazamiento.

Partes roscadas

Todas las uniones roscadas en partes sometidas a presión incorporarán juntas que aseguren la estanquidad de la unión. El cálculo de las roscas se realizará de acuerdo con ASME BPVC Section VIII Div 1 Apdo. UG 43 (e).

Biseles

Los biseles de las partes de los dispositivos que vayan a ir soldadas a la línea de derivación se prepararán de acuerdo con la Figura I4 de ASME B31.8. Las roscas interiores se calcularán de acuerdo con lo indicado en ANSIB 1.1. (ANSI B1.1).

- **ES.00034.GN-DG Válvulas de bola de acero de diámetro nominal DN<=500 (NPS<=20)**

Diseño y fabricación

Las válvulas se diseñarán y fabricarán de acuerdo con UNE-EN ISO 17292 o API 6D según corresponda y los requisitos recogidos en esta especificación. Adicionalmente, para válvulas a instalar en líneas con MOP ≤ 16 bar se tendrán en cuenta los requisitos de UNE-EN 13774 o API 6D según corresponda.

Las válvulas se diseñarán para soportar las presiones y temperaturas máximas de operación indicadas, para cada designación y material del cuerpo de la válvula, en la Tabla G.2.1-4 del Anexo "G" de EN 1092-1 para válvulas de PN 16 y Clase Standard de ASME B 16.34 para válvulas designadas por clase.

Presión diferencial

Las válvulas se deberán poder operar, con los medios de actuación correspondientes, a una presión diferencial máxima igual a la diferencia entre la MOP que corresponda a su clase y la presión atmosférica.

Sección de paso del fluido

Las válvulas podrán ser de paso total (PT) o de paso reducido (PR). Cuando en el pedido se indique paso reducido, se podrá suministrar la válvula en paso total. La sección de paso del fluido deberá cumplir lo indicado en el Apdo. 5.1 de UNE-EN ISO 17292. O en API 6D según corresponda.

Espesor mínimo de pared del cuerpo

Para válvulas diseñadas de acuerdo con EN ISO 17292, el espesor mínimo de la pared del cuerpo "tm", dependiendo del diámetro nominal de la válvula, será el especificado en la Tabla 3 de la citada norma de diseño.

Para válvulas diseñadas de acuerdo con API 6D, el espesor mínimo de la pared del cuerpo "tm", dependiendo del diámetro interior de la válvula, será el especificado en la Tabla 3-A de ASME B 16.34. A efectos del cálculo del espesor mínimo, el diámetro interior se determinará de acuerdo con las disposiciones de ASME B 16.34 párrafo 6.1.2.

En el caso de diámetros no incluidos en la Tabla 3-A antes referida, podrá determinarse el espesor mínimo aplicando las ecuaciones recogidas en el Apéndice VI de ASME B 16.34.

Serán aceptables áreas locales con espesor de pared menor que los recogidos en las tablas antes mencionadas, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que el espesor medido no sea inferior a 0,75 tm

- Que el área del espesor por debajo del mínimo se pueda inscribir en un círculo cuyo diámetro no es superior a 0,35 m dt , donde d es el diámetro de paso mínimo dado en la tabla 2 de acuerdo con EN ISO 17292, o el "diámetro interior de la válvula" determinado de acuerdo con ASME B 16.34 para válvulas diseñadas de acuerdo con API 6D, y tm es el espesor de pared mínimo de la válvula, calculado como se ha indicado en párrafos anteriores.

El Fabricante deberá determinar si se requiere un espesor mayor que el indicado anteriormente en función de factores tales como la rigidez necesaria para el correcto alineamiento de los componentes, las condiciones de funcionamiento especificadas u otros detalles de diseño de la válvula.

II.1.4. Ubicación de las válvulas de seccionamiento

Para la ubicación de las válvulas de seccionamiento se consideran cuatro los cuatro criterios distintos de conformidad con la NOM-003-ASEA-2016:

- **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.

  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.

Dentro del proyecto de la red de distribución se tiene considerada la instalación de válvulas, las cuales serán colocadas a lo largo de la red de distribución a consideración de la Promovente y la normatividad vigente.

La ubicación de las válvulas de seccionamiento se lleva a cabo de conformidad con los requisitos de la NOM-003-ASEA-2016 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos, siendo dos los principales requisitos para la ubicación de tales válvulas los cuales se establecen en los numerales 6.6.3.1 y 6.6.3.2 de la citada norma:

- 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.
- Se deben instalar Válvulas de seccionamiento antes y después de los casos:

  a) Cruces de ríos, canales y arroyos, y

  b) Cruces de vías férreas, carreteras y autopistas.

La determinación del "fácil acceso", como lo establece la norma, no es posible determinarse con exactitud en la etapa de diseño del proyecto, toda vez de que influyen muchísimos factores a considerar para su ubicación, no solo los componentes urbanos como edificaciones existentes y las condiciones topográficas, demográficas o de demanda actual y se pueden señalar los siguientes:

Afluencia de personas y vehículos en las diferentes vialidades

La presencia de otros servicios enterrados

la presencia de áreas verdes, tanto naturales como de ornato, las cuales, como ya se abordó, no son alteradas por el proyecto y se prefiere rodearlas

Terrenos baldíos o edificaciones futuras que puedan producir un incremento de la demanda de gas natural en la zona

Índices de vandalismo y criminalidad de la zona que representen un riesgo de actuaciones malintencionadas en las válvulas

Todos estos factores se van definiendo, ya que algunos de ellos son dinámicos, estacionales y solo se pueden observar conforme se va avanzando en el proyecto.

Sin embargo, si se tiene determinada la ubicación de válvulas de seccionamiento en los puntos de cruce direccional identificados en el PROYECTO, de conformidad con el numeral 6.6.3.2 de la norma. En el Anexo VIII 3 se describe la ubicación exacta de los puntos de cruces direccionales que están considerados en el proyecto y su ubicación en coordenadas geográficas. La ubicación de las válvulas de seccionamiento es a cada lado del cruce direccional con canales o cuerpos de agua, carreteras o vías férreas, y de acuerdo a las especificaciones señaladas en los diagramas siguientes:

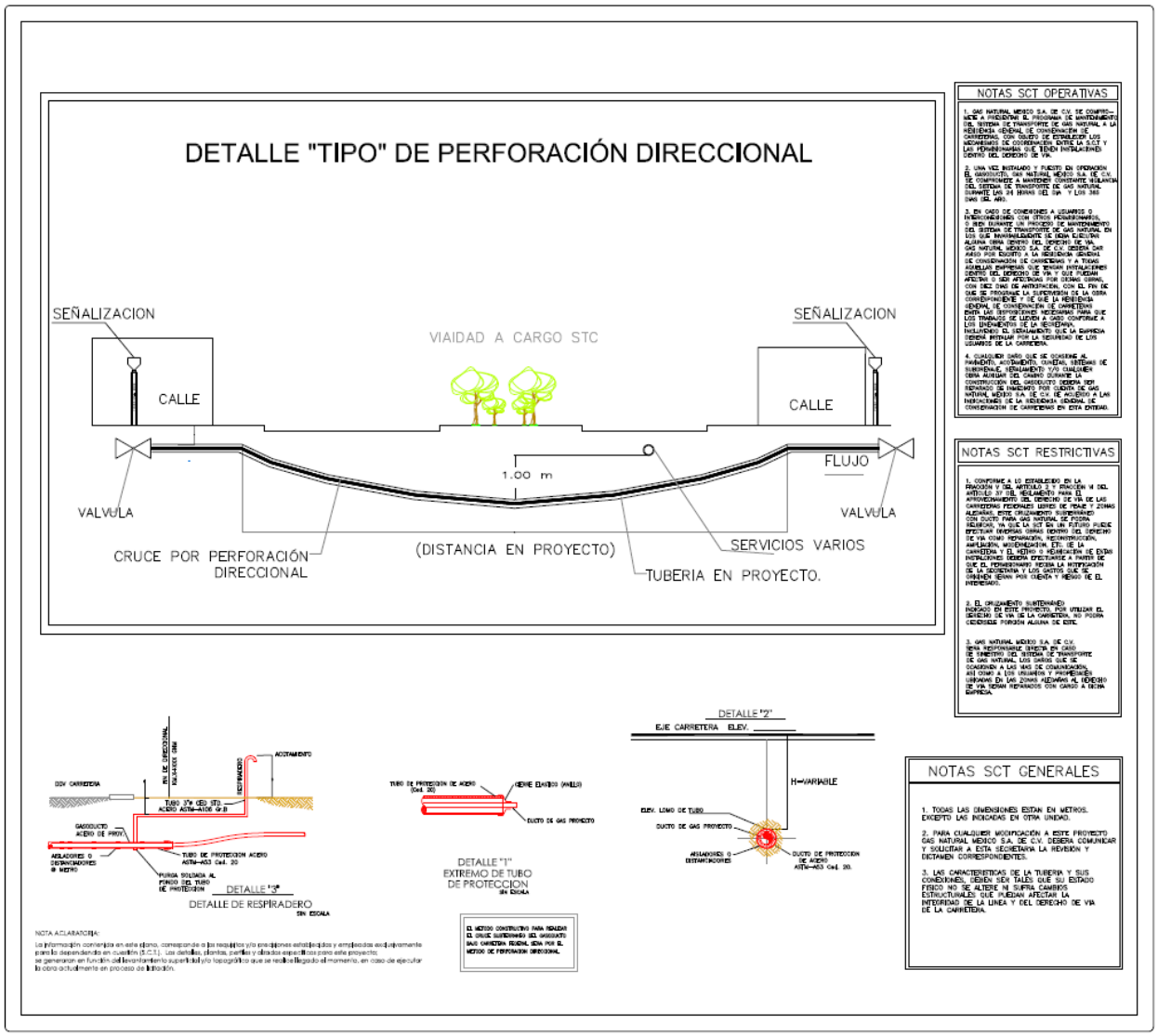


Figura II.1.- Cruce con carreteras.

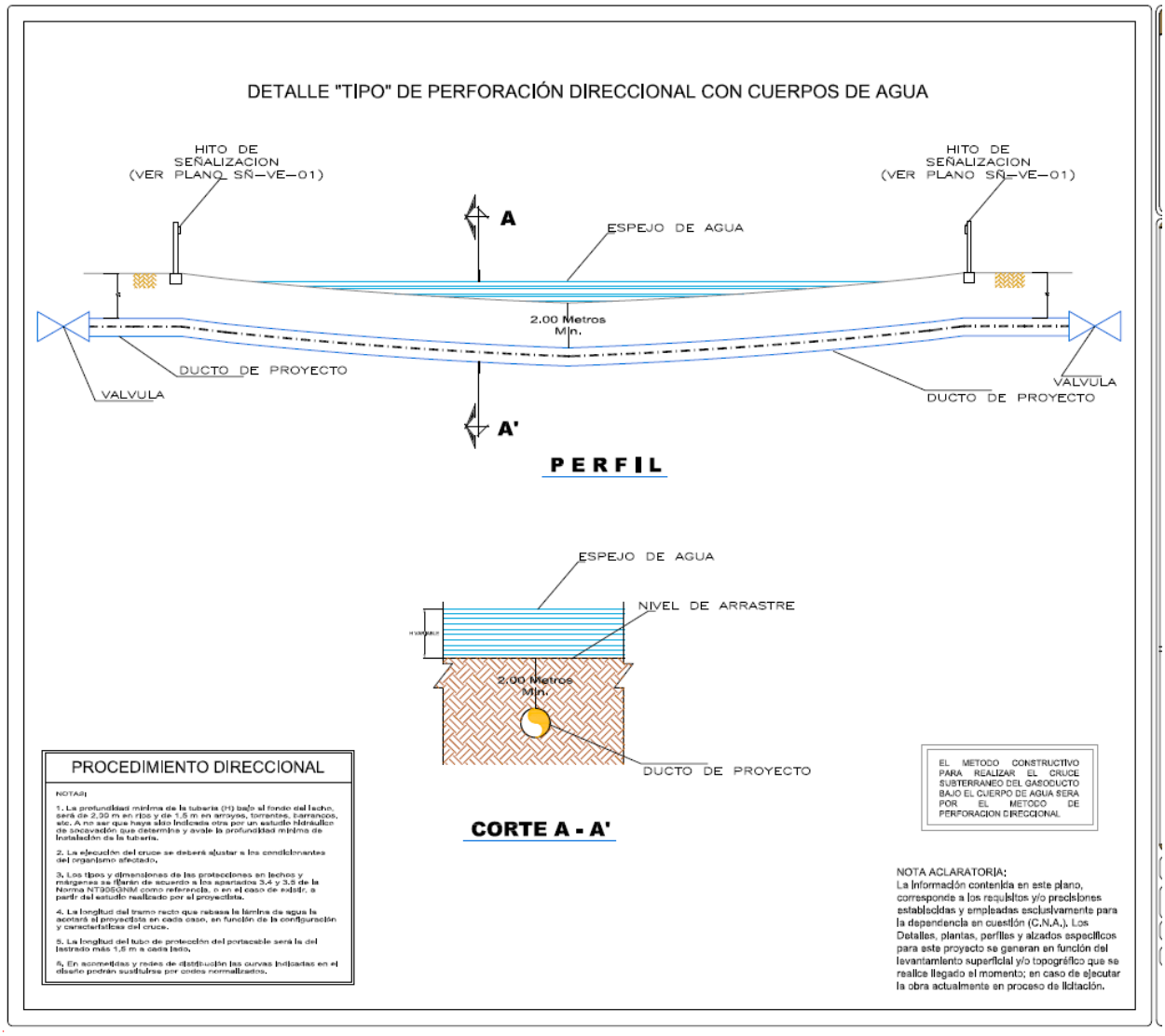


Figura II.2.- Cruce con canal o cuerpo de agua.

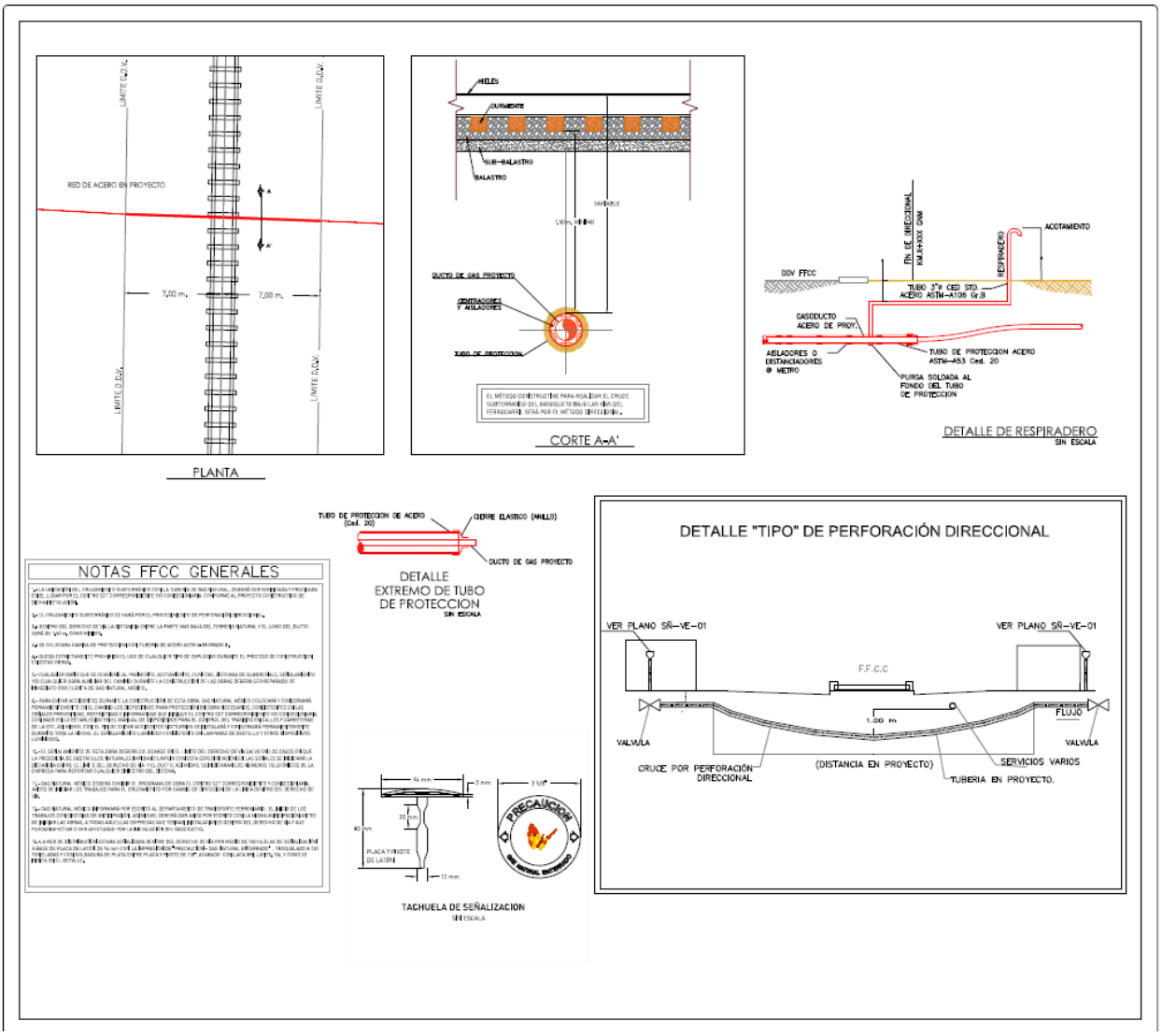


Figura II.3.- Cruce con vía de ferrocarril.

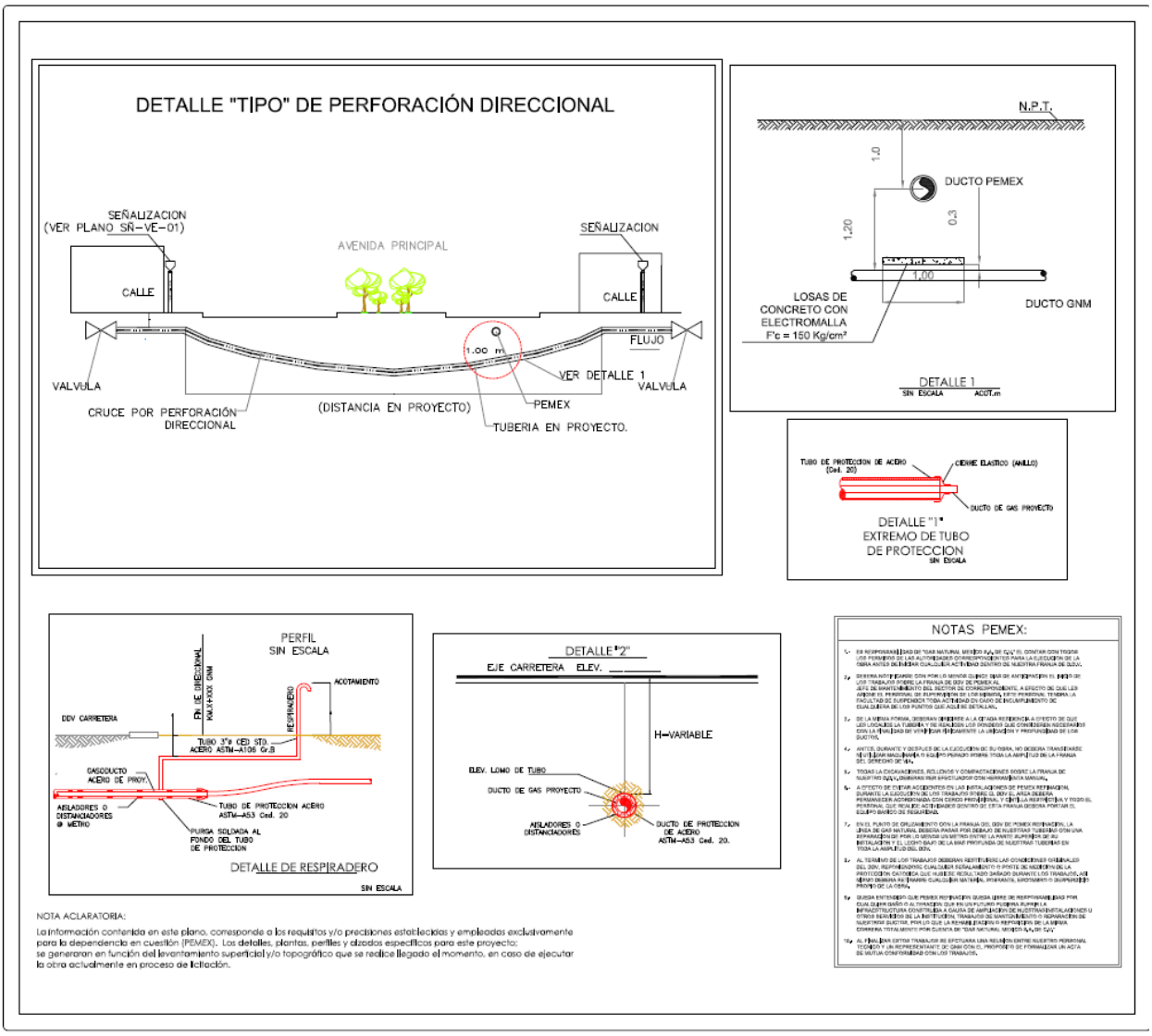


Figura II.4.- Cruce con ducto de PEMEX.

En el PROYECTO se tienen considerados un total de 248 puntos de cruce direccional, por lo cual, el proyecto contempla la instalación de 496 válvulas de seccionamiento, a cada lado de cada cruce direccionado.

Es importante mencionar que, al igual que los tendidos de red proyectados, en la instalación de las válvulas de seccionamiento no se contempla la afectación de especies de vegetación, tanto natural como de ornato, y durante la etapa de construcción se preferirá el rodeo de tales áreas, para evitar algún tipo de afectación o alteración.

II.1.5. Memoria descriptiva del sistema contra incendio

Debido a que el PROYECTO que se presenta, corresponde a la ampliación de un sistema de distribución de gas natural, cuya actividad de distribución se lleva a cabo mediante válvulas y estaciones de regulación y medición, donde estas últimas constituyen las instalaciones superficiales de dichos sistemas y donde el riesgo de incendio podría tener un interés especial en el análisis de riesgos.

Sin embargo, debido a la naturaleza propia del gas natural, hace que el apagar un incendio, sin controlar previamente la fuga de gas, represente un peligro mayor, toda vez que el material, al continuar fugándose, se puede acumular dentro del recinto de la City Gate o la ERM. Si tal acumulación de gas encuentra una fuente de ignición, dicha nube producirá una explosión, causando daños más graves que el incendio propio.

Por otro lado, la aplicación de algún agente químico o agua dentro de los recintos de la City Gate o ERM podría dañar permanentemente algún instrumento de telemedición, con lo cual el riesgo de perder el control sobre una fuga de gas natural se incrementaría, toda vez que ya no se recibirían los datos en tiempo real que se teletransmiten mediante el sistema SCADA y se perdería el control de dichas estaciones de regulación y medición.

Ahora bien, lo anterior no significa que las estaciones de regulación medición y City Gate's se encuentren completamente desprotegidas en caso de incendio. Por el contrario, cuentan con toda una estructura para la atención en caso de incendio: sistemas de detección y medición telemedidos, los cuales mandan señales en tiempo real, de los diferentes parámetros de operación de la estación, mediante el sistema SCADA al centro de control de distribución. Al advertir la presencia de una disminución de presión en el ducto, antes de que se presente un incendio, de inmediato se activan alarmas y, si el nivel de disminución de presión es tal, se activa el centro de atención a urgencias y se manda de inmediato una cuadrilla a verificar lo sucedido. Para seguridad de dicho personal, portan detectores de atmósferas explosivas antes de su ingreso a las estaciones, con el fin de asegurar que se puede ingresar a la instalación de manera segura. Si se presente un incendio dentro de la caseta de la City Gate o ERM la maniobra principal involucra, en primera instancia, el cierre de la válvula de seccionamiento a la entrada de dicha estación, con el fin de cortar el flujo de gas, esperar a que el incendio se apague por completo debido a la ausencia completa de gas natural, ventilar la atmósfera interior de la ERM, verificar las condiciones explosivas y comenzar las tareas de reparación de la fuga.

Por lo antes descrito, el sistema contra incendios de una City Gate y una ERM lo componen todos los sistemas de medición y control dentro de la estación, los instrumentos de medición telemedidos, el centro de control de distribución y el centro de atención a urgencias, quien envía a personal operativo de servicios técnicos como grupo de respuesta inmediata.

II.1.6. Tiempo estimado de uso de los equipos de proceso y auxiliares, así como de los dispositivos de seguridad

La actividad de distribución de gas natural no constituye, como tal, un proceso, en el cual se ingrese el gas natural, se procese, y posteriormente se genere algún producto con propiedades físicas y químicas distintas a las que poseía originalmente el gas natural.

La distribución de gas natural consiste en la recepción mediante una tubería de interconexión a un ducto de transporte de gas natural, que mediante una válvula de seccionamiento y una estación de regulación y medición denominada City Gate, se recibe el gas natural, se controla el flujo y la presión del mismo, se determina mediante equipo cromatográfico si dicho gas cumple con las especificaciones de calidad del gas natural y se adiciona directamente al flujo de gas natural, en caso requerido, un odorante, con el fin de comenzar a advertir su presencia en el ambiente, cuando apenas la concentración del gas natural en el aire se ubica a aproximadamente el 30% de su límite inferior de explosividad.

Propiamente dichas estaciones no pueden considerarse como equipos de proceso, ni tampoco equipos auxiliares, son equipos únicamente de medición y control del flujo de gas natural que se suministra a los usuarios finales.

Por lo antes expuesto, los equipos de proceso o auxiliares, así como los dispositivos de seguridad, podrían estar conformados por los instrumentos de medición y control del flujo de gas en las estaciones de regulación y medición, cuya vida media queda determinada por el fabricante y se adquieren nuevos, y al finalizar su periodo de garantía, estos son verificados a través de Laboratorios Acreditados que determinan si una válvula, un regulador o algún instrumento de control de flujo, puede continuar operando de manera segura, en caso contrario, es sustituido de inmediato, todo bajo recomendación del Laboratorio Acreditado.

En el caso de los instrumentos de medición, de estos también se respeta su vida útil y, en caso de fallo, de inmediato se activan alertas a través del Sistema SCADA, con lo cual se envía una cuadrilla a la estación de regulación y medición para revisar el aparato y repararlo o sustituirlo.

Por lo anteriormente descrito, se tiene considerado dentro de la operación del sistema de distribución, la vida útil de los equipos de medición y control de flujo, así como los instrumentos y aparatos de medición y telemedición.

II.1.7. Bases de diseño de las estaciones de regulación y medición

Estas bases de diseño se encuentran especificadas dentro de los procedimientos internos de grupo (**Anexo 2.3**):

- ES.03344.MX-CN Conjuntos de regulación y medición de servicio en redes de distribución con máxima presión de operación (MPO) de 7 bar
- ES.06504.MX-CN Estaciones de regulación y medición de servicio en redes de distribución con máxima presión de operación (MPO) de 19 bar

Los criterios especificados en dichos procedimientos son.

<u>Diseño de conjunto de regulación y medición</u>

De forma general, para los conjuntos de regulación y medición, los diseños de los mismos se ajustarán a lo dispuesto en la Tabla 2.

En los conjuntos de regulación podrán realizarse modificaciones de los valores de las presiones de regulación y de disparo de las seguridades si por necesidades de explotación fuese necesario. En este caso, el tarado de las válvulas de seguridad por máxima y por mínima presión se realizará a valores acordes con la presión de regulación.

En los planos de especificaciones se detallan los criterios de diseño de las City Gates, como de las ERM (**Anexo 2.2**).

Así mismo, en la memoria técnico-descriptiva del proyecto (**Anexo 2.1**) especifica que, en general para todas las estaciones de regulación y medición se aplica el siguiente criterio: las mismas pueden subdividirse en tres principales grupos, cada uno con funciones específicas: filtrado, regulación y medición.

Cada estación está diseñada para manejar el 100% del caudal de diseño por cada ramal, por consiguiente, el modo de operación será con un ramal activo y en otro en stand-by, el cual entrará en funcionamiento en caso de falla del primero.

De acuerdo con el PE.04102.MX-CN Criterios de diseño y construcción del sistema de distribución se tienen a continuación los datos y/o parámetros de diseño que deberán respetarse en los cálculos de Ingeniería:

• Para el diseño y dimensionamiento de la tubería, además de cumplir la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, se han tomado todas las consideraciones necesarias para determinar el adecuado diámetro de esta.

• En vía pública, el diámetro mínimo permitido tanto para tuberías, será de 2" de diámetro nominal, exceptuando las correspondientes a las acometidas o líneas de servicio.

• Espesores: Se calcularán en función de la NOM-003-ASEA-2016.

• Calidad de la tubería: Tubería de Acero API 5L Grado B o equivalente y tubería de polietileno NMX-E-043-SCFI-2002.

• Profundidad de enterramiento: conforme a la NOM-003-ASEA-2016.

• Protecciones frente a la corrosión: La tubería de acero será suministrada con revestimiento externo una resina epoxica FBE (fusion bonded epoxy) y con el sistema tricapa (fusion bonded epoxy (FBE), un adhesivo y una capa de polietileno (PE)

• Protección catódica: Se efectuará el correspondiente estudio eléctrico de la traza de la tubería de acero para la determinación de las características eléctricas y de resistividad del terreno, con objeto de determinar los equipos de protección catódica precisos para mantener el potencial de la tubería instalada a –0.85 V, en cualquier punto de su recorrido, con relación al electrodo de referencia de Cu/SO4Cu.

• Juntas dieléctricas: se instalarán juntas dieléctricas con objeto de mantener aislado de las perturbaciones eléctricas externa al sistema propio de protección de las tuberías de acero.

• Construcción: se efectuará de acuerdo con los criterios expuestos en la NOM-003-ASEA-2016.

• Instalación de válvulas: Además de las válvulas que se requieren instalar según las normas NOM-002-SECRE-2010 y NOM-003-ASEA-2016, se instalarán válvulas de seccionamiento que podrán seccionar las troncales más importantes para necesidades de emergencia.

• Registros para válvulas de seccionamiento. Las válvulas de hasta 4 pulgadas de diámetro nominal (114.30 milímetros) serán alojadas en registros de 1.50 metros x 1.50 metros a paños internos. Las válvulas de hasta 8 pulgadas de diámetro nominal (219.10 milímetros) serán alojadas en registros de 2.00 metros x 2.00 metros a paños internos. Para registros superiores de 6.00 m3, se instalarán dobles respiraderos.

Las ERM´s regularán la presión de 19.00 kg/cm2 (APA) a 4.00 kg/cm2 (MPB) para la distribución en baja presión. Contarán con válvulas de seccionamiento a la entrada y salida de esta.

Las estaciones tendrán el siguiente diseño tipo:

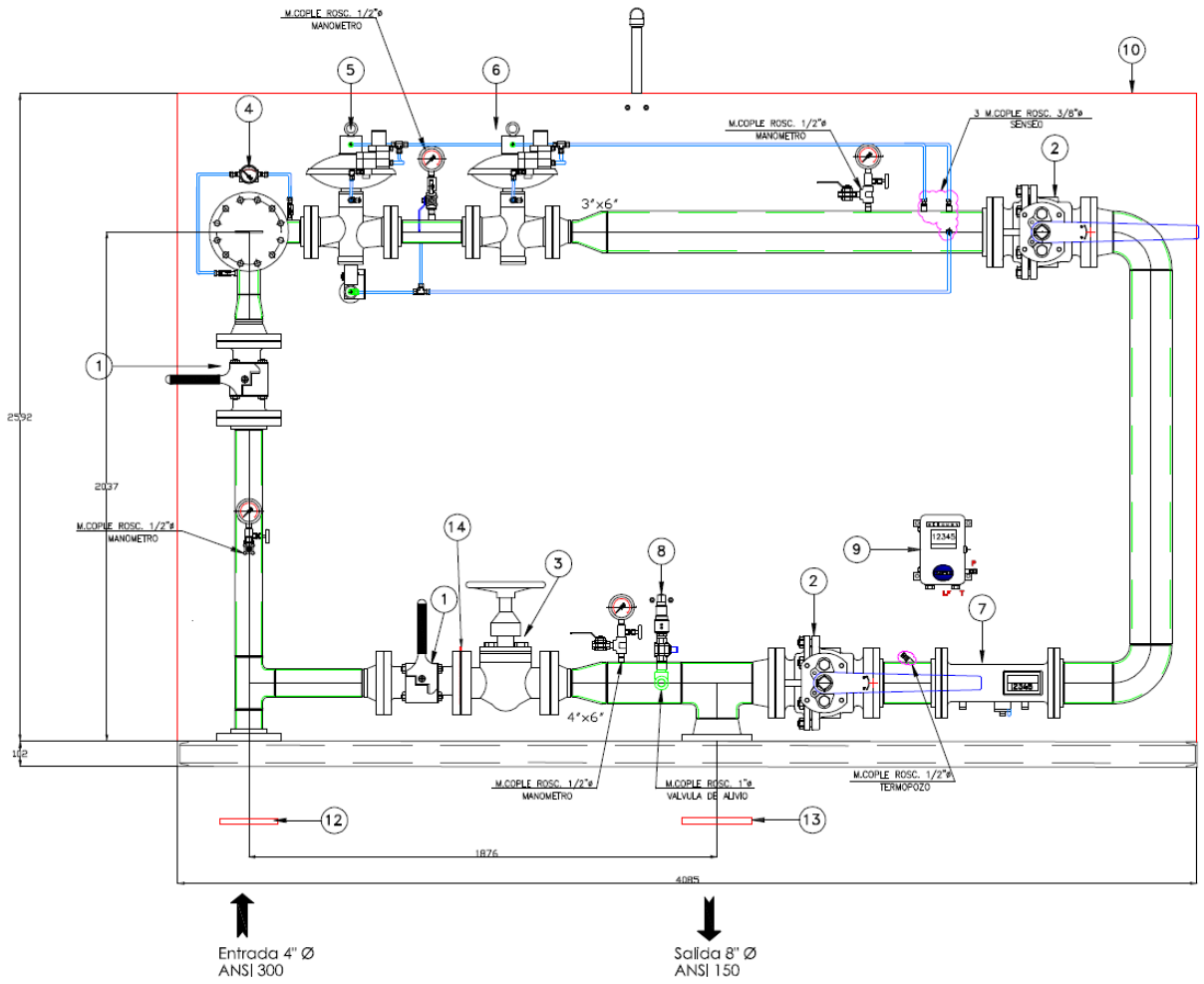


Figura II.5.- Componentes principales de una estación de regulación y medición.

II.1.8. Soldadura de tubería

Las técnicas de unión mediante soldadura, por el extremo de la tubería a unir deberá cortarse a escuadra y eliminar cualquier rebaba producida en el corte, también se refrentará superficie transversal del tubo.

II.1.9. Sistema SCADA

El sistema SCADA instalado en estaciones y puntos de terminación críticos del sistema, permite la supervisión permanente (monitoreo) de las funciones del sistema. Este sistema proporciona la confirmación del correcto funcionamiento de las estaciones y asimismo coadyuva con el diagnóstico oportuno de contingencias potenciales.

Principio de operación del Sistema SCADA

El sistema SCADA permite obtener información en tiempo real de los distintos parámetros que gobiernan el funcionamiento de la red de distribución de gas, a través de equipos remotos instalados en campo, así como

telecontrolar equipos desde el Centro de Control para influir en la evolución de dichos parámetros. Las decisiones de telecontrol pueden partir tanto desde los operadores del sistema, como de programas internos que posean una lógica preconcebida y actúen como respuesta a los distintos eventos ocurridos en la red. La toma de decisiones de telecontrol por parte de los operadores surge del criterio directo de éstos, ya sea sobre la base de su experiencia personal o bajo la ayuda de los distintos programas de aplicación que se describen más adelante en este documento.

El sistema SCADA se compone de:

- Un Centro de Control Principal
- Un Centro de Control de Emergencias (independiente del principal)
- Estaciones remotas de captación de datos y telecontrol
- Equipos de comunicaciones que interconectan los distintos componentes.

El CCP está ubicado en Monterrey, N.L. el cual se compone de dos servidores para sistema de supervisión y control de tiempo real e histórico, dos puestos de operación XOS, un puesto de ingeniería, un puesto de operación de Video XOS, un puesto de operación de video (Pantalla cuarto principal) XOS, dos terminales Server (existentes).

El servidor de tiempo real posee el subsistema RTS o núcleo SCADA y actúa en una configuración redundante, estando uno de ellos en estado Activo y otro en estado de Reserva. El nodo Activo realiza todas las comunicaciones con las estaciones remotas, procesa los datos obtenidos de ellas y los almacena en la base de datos de tiempo real. Paralelamente a lo anterior suministra datos al resto de subsistemas existentes en los distintos nodos a través de un servidor de datos al cual se tiene acceso a través de sentencias SQL.

El nodo en estado Reserva posee activos todos los procesos de tiempo real (duplicados de los existentes en el nodo Activo) pero a la espera de las posibles necesidades de conmutación de funciones entre uno y otro nodo. Su actividad se centra en la monitorización del estado del nodo Activo para la detección de cualquier fallo que pueda hacer necesaria una conmutación y la actualización de su propia base de datos a partir de la que se encuentra en Activo. Todos los datos de tiempo real existentes en las bases de datos del servidor activo se encuentran, simultáneamente, en las bases de datos del servidor en estado de reserva.

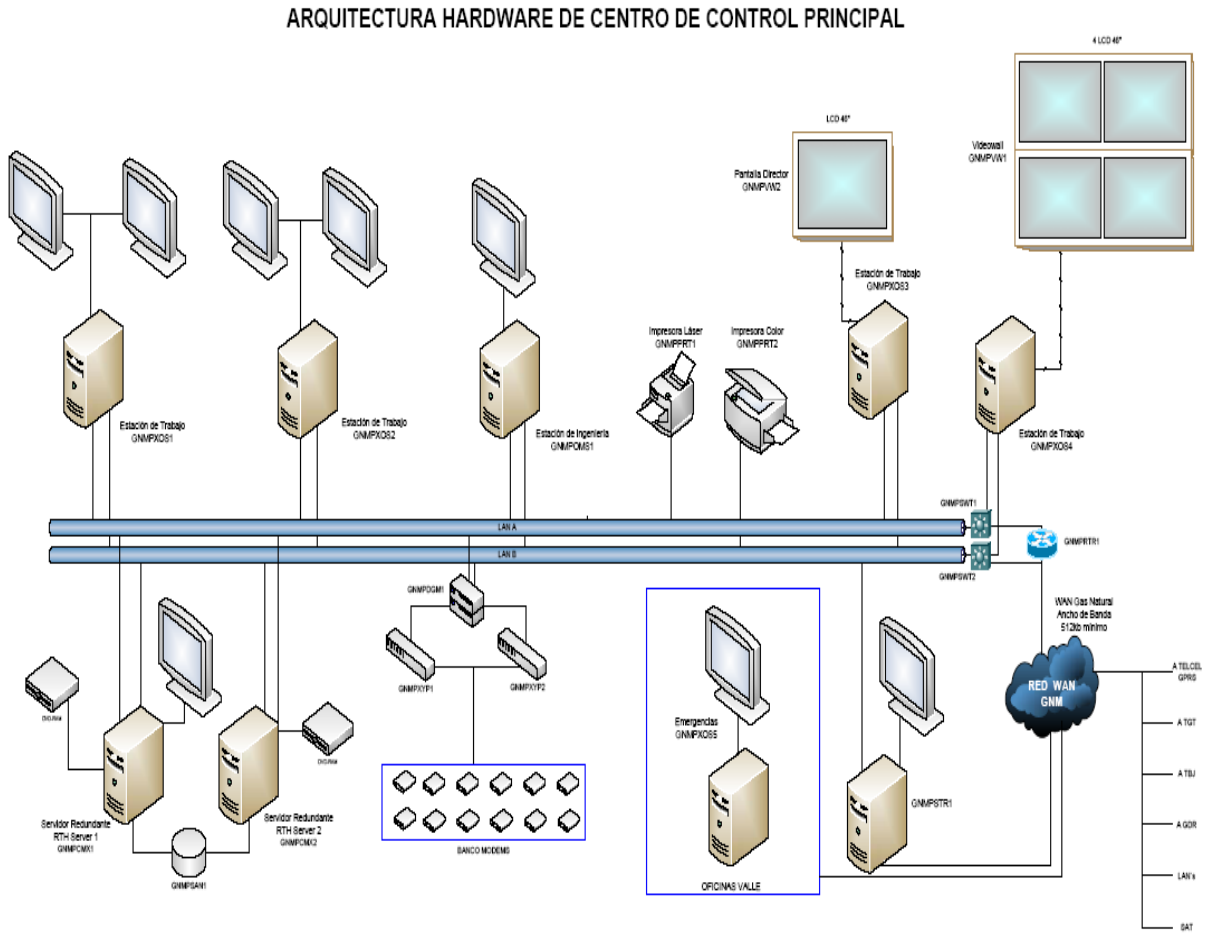


Figura II.6.- Diagrama del Cetro de Control Principal.

Centro de Control de Emergencias

El Centro de Control de Emergencias está ubicado en un sitio diferente al CCP el cual se compone de un servidor para sistema de supervisión y control de tiempo real e histórico, un puesto de operación XOS. Comunicaciones con equipos remotos, periféricos y elementos auxiliares.

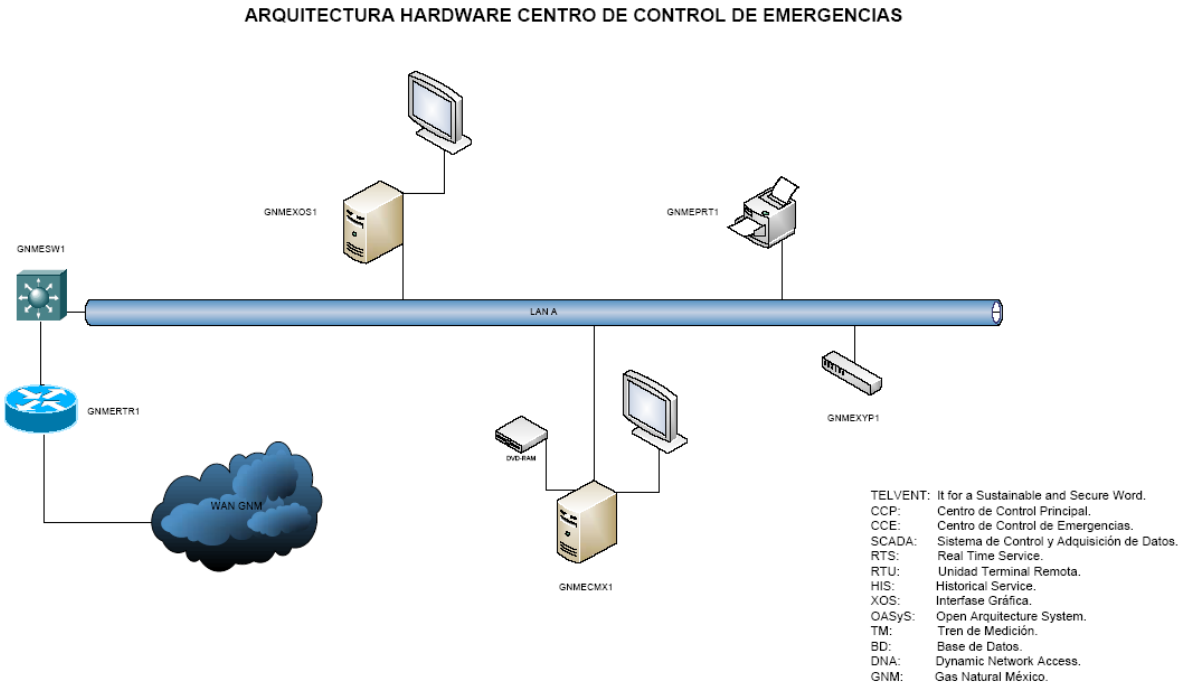


Figura II.7.- Diagrama del Centro de Atención a Urgencias.

Estaciones remotas de captación de datos y telecontrol

Las estaciones remotas de adquisición de datos y telecontrol se encargan de capturar en tiempo real los distintos valores que suministran los instrumentos de campo y enviar estos datos hacia el Centro de Control; también se encargan de ejecutar las operaciones de telecontrol sobre dispositivos recibidas desde el Centro de Control.

Equipos

Para la comunicación desde el Centro de Control se utilizarán dos servidores de terminales (Xyplex) conectados y 12 Modem Telvent (ya existentes).

Para algunas estaciones en particular se utilizará un equipo Lantronix (ya existentes). Líneas telefónicas suministradas por GNF, un equipo digital Bridge (ya existentes) con 12 tarjetas para redundancia de Xyplex.

Las estaciones, depende de cada tipo de estación y equipo que tenga conectado para su comunicación, puede ser de 5 diferentes tipos:

- Corrector marca Mercury
- Corrector marca Fisher
- Corrector Marca American Meter
- Equipo para comunicación Vía Satélite
- Sistema de comunicación GPRS

Estaciones Puntos de Entrega (1 estación)

El punto de entrega de gas natural (City Gate) será con Equipos Fisher. En esta estación se deberán tener los siguientes datos:

Presión de entrada

Presión de salida

Temperatura

Flujos (Caudales)

Volumen Acumulado

Energía Acumulada

Datos de Calidad de Gas tanto lectura como escritura

Estas estaciones pueden contar con una o varias líneas de Medición

Estaciones Grandes Clientes Industriales

Estas estaciones tendrán principalmente correctores Mercury o Fisher, y contarán con datos básicos:

Una Presión de entrada

Una o varias presiones de salida

Una o varias Temperaturas

Una o varias Volumen Acumulado día actual

Una o varias Volumen Acumulado hora actual

Flujo Corregido

Así como datos adicionales específicos de cada estación

Estaciones de Regulación y Medición de Distrito

Estas estaciones tendrán principalmente correctores Mercury o Fisher, y contarán con datos básicos:

Una Presión de entrada

Una o varias presiones de salida

Una o varias Temperaturas

Una o varias Volumen Acumulado día actual

Una o varias Volumen Acumulado hora actual

Flujo Corregido

Así como datos adicionales específicos de cada estación

II.1.10. Prueba de hermeticidad

Este procedimiento es utilizado para asegurar que un sistema de distribución cumpla con los requerimientos de no fuga y resistencia establecidos a una determinada presión de prueba de acuerdo a las normas.

II.1.11. Puesta en carga

Para poner en carga la tubería canalizada en este caso en particular el ingeniero supervisor por parte de la Naturgy México, S.A. de C.V. deberá confirmar que no existan inconformidades levantadas por la empresa de control de calidad y que la empresa colaboradora no les haya dado seguimiento o que no se haya terminado totalmente, también para poder poner en carga una tubería se tendrá que realizar previamente la prueba de hermeticidad, para asegurarse de que la línea está totalmente hermética, y en esta prueba en el inicio y al final de la misma deberán estar presentes el Jefe de Obra por parte de la empresa colaboradora, el supervisor por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. y el ingeniero designado por parte de la Unidad Verificadora, los cuales deberán firmar el gráfico de la prueba antes de que sea instalado para su medición, y también al final de la misma, para verificar los resultados presentados, después de verificar que el resultado de la prueba sea hermético, el ingeniero supervisor por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. deberá entregar la papelería correspondiente al Plan de Verificación solicitado por la Unidad Verificadora para que esta extienda un dictamen el cual avalará que el sistema de distribución cumple con los requisitos mínimos contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016. Después de obtener el dictamen el supervisor de Naturgy México, S.A. de C.V. enviará al departamento de Servicios Técnicos una solicitud de intervención, para que este último haga la programación de la puesta en carga la tubería, cabe resaltar que en la solicitud deberá anexar, una copia del dictamen, del gráfico y la prueba de hermeticidad.

II.1.12. Señalización de líneas de distribución

Se deberá señalizar todas las franjas de desarrollo con señales restrictivas tipo "IV", con poste de concreto, colocadas en los límites del derecho de vía, linderos o cercas de las propiedades o cruces de calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, canales, lomas, arroyos, etc.

Deberán ser visibles entre si y en ningún caso las distancias entre ellas serán mayores a 100 m.

En las tuberías enterradas en vía pública, se debe efectuar en los trazos que trabajan a presión de más de 689 kPa a una distancia de 100 m y estos no deben de interferir con la vialidad con el tránsito de vehículos y peatones, como lo indica la normatividad de instalación de hitos de señalización.

En los casos de tuberías enterradas en localización 1 (uno) o 2 (dos), podrán señalarse por medio de postes de concreto o acero y con letreros alusivos al contenido de la tubería de Gas Natural y precautorios como "No excavar o Hacer fuego" y con el número telefónico de emergencias.

II.1.13. Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural

Como respuesta a la necesidad de la disminución de cualquier Impacto ambiental o probable riesgo, que pueda derivase del estado que guarda el sistema de distribución ya de gas natural, se desarrolla un manual denominado **manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural** y el programa de mantenimiento de instalaciones (**ANEXO 2.3**).

En el manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural, se establecen las especificaciones de mantenimiento preventivo y correctivo a ejecutarse al Sistema de Distribución de gas natural, mientras que en el Programa de Mantenimiento de Instalaciones se asientan los tiempos en los que se pondrán en marcha cada una de las operaciones necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema de distribución.

El Manual de Operación y Mantenimiento, por su parte incluye:

- Monitoreo de Sistema de Distribución de Gas Natural
- Mantenimiento válvulas
- Control nivel de protección
- Atención a fugas en el Sistema de Distribución generadas por terceros

II.1.14. Criterios de diseño para el sistema de protección catódica

Para diseñar y aplicar correctamente la **protección catódica**, primero se determina la superficie expuesta a la corrosión, la densidad de corriente de la tubería (según el tipo de recubrimiento) y después, los requerimientos de corriente necesarios para mantener los potenciales de la tubería dentro de norma y de protección, para lo cual, deberá estar aislada eléctricamente toda la tubería subterránea.

Es sistema de protección catódica será diseñado para una vida útil de 50 años, y para tener la capacidad adecuada para dar protección a los ductos que se encuentren en el derecho de vía.

- **La protección catódica**: Se efectuará el correspondiente estudio eléctrico de la traza de la tubería de acero para la determinación de las características eléctricas y de resistividad del terreno, con objeto de determinar los equipos de protección catódica precisos para mantener el potencial de la tubería instalada a –0.85 V, en cualquier punto de su recorrido, con relación al electrodo de referencia de Cu/SO_4Cu.
- **Juntas dieléctricas**: Se instalarán juntas dieléctricas en todos aquellos puntos en que la red suministra gas natural a usuarios industriales, estaciones de regulación, etc. con objeto de mantenerla aislada de las perturbaciones eléctricas externa al sistema propio de protección.

- Como parte complementaria del sistema de protección catódica, deberán existir postes de medición de potencial tubo-suelo, esto para llevar un registro de los niveles de protección catódica que se tengan sobre el derecho de vía.

II.1.15. Especificaciones de los materiales

En la siguiente tabla se describen la especificación de los materiales a utilizar (**Anexo 2.1**):

Tabla II.1.- Especificaciones de los materiales

Material	Características
Tubo de acero	API 5L Grado B, con costura, Cédula 40. ASTM A-53 Grado B, con costura, cédula 40.
Tubo de polietileno:	SDR 17 PE 100 de alta densidad 3456, de acuerdo a la norma ASTM – D2513. SDR 11 PE 100 de alta densidad 3456, de acuerdo a la norma ASTM – D2515. SDR 11 PE 80 de media densidad 2444, de acuerdo a la norma ASTM – D2513.
Conexiones de polietileno:	Deben cumplir en general con la norma ASTM-D-2513.
Para fusión a tope:	En diámetros de 40 mm (2") y más grandes, de acuerdo a la norma ASTM-D-3261.
Para fusión por embutido (enchufe):	En diámetros de 20 mm (1") y menores de acuerdo a la norma ASTM-D-2683.
NMX-E-043-SCFI-2002	Tubos de polietileno para conducción de Gas Natural (GN) y Gas Licuado de Petróleo (GLP) - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-E-043-1977).
Tubería de cobre	Tubería de cobre tipo K o L y debe cumplir con los requerimientos de la Norma NMX-W-018-SCFI-2006
Tubería multicapa (polietilenoaluminio-polietileno) PE-AL-PE	Debe cumplir con los requerimientos de la Norma NMX-X-021-SCFI-2014
Tubería multicapa (CPVC-ALCPVC)	Debe cumplir con los requerimientos de la Norma NMX-X-044-SCFI-2008
Tubería de Poliamida	Tubería de poliamida sin plastificante PA 11 Y PA 12 debe cumplir con lo establecido en la NMX-X-047-SCFI-2014

II.2. Materiales peligrosos manejados en el proyecto

II.2.1. Hojas de datos de seguridad

La sustancia que se distribuirá durante de la operación de las instalaciones es **gas natural** como sustancia de distribución. Dentro del **ANEXO 2.4** se muestra la hoja de seguridad del mismo además de los componentes enlistados a continuación, ya que estos serán utilizados para el mantenimiento y operación de las instalaciones del sistema de distribución de gas.

Sustancias utilizadas para la operación y mantenimiento de las instalaciones:

- Acetileno
- Aceite lubricante

- Adelgazador
- Gas Natural
- Pintura (Esmalte)
- Diésel
- PEMEX Premium
- Mercaptano

Tal y como lo indica la norma oficial mexicana NOM-001-SECRE-2010, en su punto 5.1 las características que debe de tener el gas natural al ser inyectado al sistema nacional de ductos, ha de cumplir con las siguientes características (**Anexo 2.1**):

Propiedad	Unidades	Zona Sur			Resto del País
		Hasta el 31 de diciembre	Del 1 de enero de 2011 al 31 de	A partir del 1 de enero	
Metano (CH_4)-Min.	% vol	NA	NA	83,00	84,00
Oxígeno (O_2)-Max.	% vol	0,20	0,20	0,20	0,20
Bióxido de Carbono (CO_2)- Max.	% vol	3,00	3,00	3,00	3,00
Nitrógeno (N_2)-Max.	% vol	9,00	8,00	6,00	4,00
Nitrógeno. Variació	% vol	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
Total de inertes (CO_2 y N_2)- Max.	%vol	9,00	8,00	6,00	4,00
Etano-Max.	% vol	14,00	12.00	11,00	11,00
Temperatura de rocío de hidrocarburos- Max.	K (°C)	NA	271,15 (-2)(1)	271,15 (-2)	271,15 (-2)(1)
Humedad (H_2O)-Max.	mg/m^3	110,00	110,00	110,00	110,00
Poder calorífico superior-Min.	MJ/m^3	35,30	36,30	36,80	37,30
Poder calorífico superior-Max.	MJ/m^3	43,60	43,60	43,60	43,60
Índice Wobbe-Min.	MJ/m^3	45,20	46,20	47,30	48,20
Índice Wobbe-Max.	MJ/m^3	53,20	53,20	53,20	53,20
Índice Wobbe-Variación máxima diaria	%	±5	±5	±5	±5
Ácido sulfhídrico (H_2S)- Max.	mg/m^3	6,00	6,00	6,00	6,00
Azufre total (S)-Max.	mg/m^3	150,00	150,00	150,00	150,00

En mayor proporción, dentro del proyecto se empleará el gas natural como producto de distribución. Teniendo en consideración que el gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades tóxicas inherentes, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

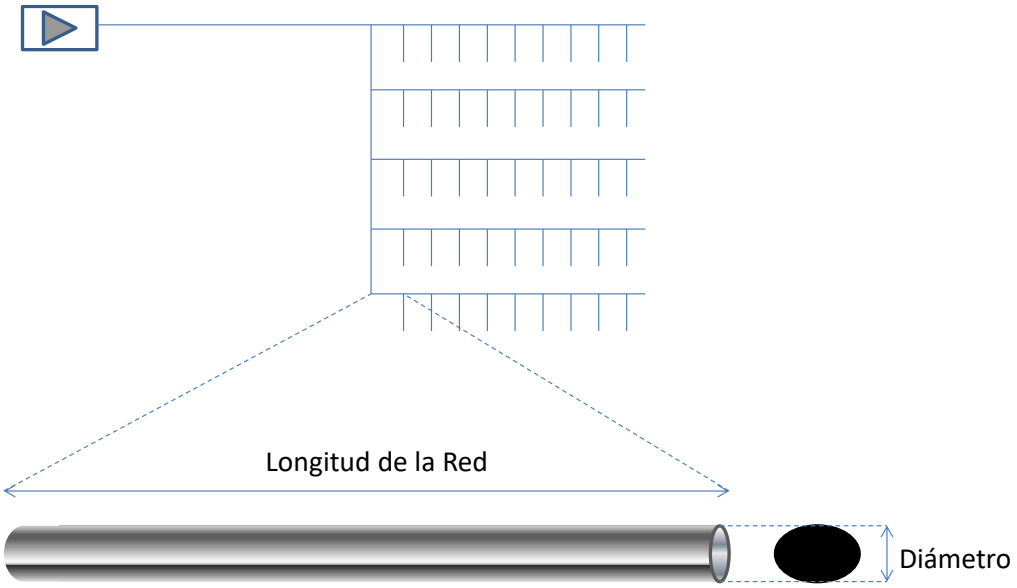
En el **ANEXO 2.4** se incluyen la hoja de datos de seguridad del gas natural.

II.2.2. Cálculo del volumen de gas empacado

De acuerdo con el segundo listado de actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 1992, la cantidad de reporte del **metano** (principal constituyente del gas natural) es de **500 Kg** para considerarse actividad altamente riesgosa. Debido a las dimensiones de la red de distribución de gas natural que se evalúa, esta puede contener una cantidad superior de metano a la considerada como cantidad de reporte, haciendo de dicha instalación, una Actividad Altamente Riesgosa. Por esta razón, se debe calcular el volumen de gas natural que puede quedar empacado (entrampado) dentro de la red de distribución.

La cantidad de gas natural que puede quedar retenida o empacada en la red de distribución proyectada, debido a sus propiedades físicas, depende de factores de presión y temperatura de operación, así como de las condiciones ambientales de la zona donde se ubicará dicha red.

Como primer paso se considera a la red de distribución como un recipiente de almacenamiento cilíndrico definido por la longitud de tubería y su diámetro interno. En la siguiente figura se ilustra esta consideración.



$$V = L \times ((\pi \emptyset^2)/4)$$

Figura II.8.- Consideración utilizada para el cálculo del volumen equivalente de una red de distribución de gas natural.

El cálculo del volumen de gas empacado se realiza empleando el modelo matemático mostrado en la figura anterior, para ello se usan los datos de longitudes y diámetros de tubería descritos en el inventario de red (**ANEXO 2.6**).

Tabla II.2.- Longitudes de tubería por tipo de material, considerados en el PROYECTO por tipo de material.

Longitud total por material				
Status	**Tipo**	**Material**	**Diámetro**	**Longitud (m)**
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	10Pulg	1,781.67
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	10Pulg	62.33
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	12Pulg	1,786.70
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	16Pulg	10,595.39
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	16Pulg	14.71
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	1Pulg	1.00
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	APA	Acero	24Pulg	52.35
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	24Pulg	29,218.75
RED AMPLIACION	APA	Acero	2Pulg	1,338.33
RED AMPLIACIÓN	APA	Acero	2Pulg	2.18
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	2Pulg	11,744.97
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	2Pulg	1,366.52
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	3Pulg	1,057.10
RED AMPLIACION	APA	Acero	4Pulg	26.75
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	APA	Acero	4Pulg	440.92
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	4Pulg	12,285.57
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	4Pulg	3,166.75
RED AMPLIACIÓN	APA	Acero	6Pulg	9,376.26

Longitud total por material				
Status	Tipo	Material	Diámetro	Longitud (m)
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	APA	Acero	6Pulg	2,545.84
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	6Pulg	30,718.78
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	6Pulg	703.52
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	APA	Acero	8Pulg	4,218.91
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	APA	Acero	8Pulg	8,243.09
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Acero	10Pulg	20.00
RED AMPLIACIÓN	MPB	Polietileno	110mm	28,334.84
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPB	Polietileno	110mm	24,641.00
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	110mm	14,833.93
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO NO 144.1.-SDGPARN	MPB	Polietileno	110mm	6.27
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPB	Polietileno	110mm	14,683.26
RED AMPLIACIÓN	MPB	Acero	12Pulg	8.93
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Acero	12Pulg	1.07
RED AMPLIACIÓN	MPB	Polietileno	160mm	10,729.80
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPB	Polietileno	160mm	15,550.11
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	160mm	83,873.48
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO NO 144.1.-SDGPARN	MPB	Polietileno	160mm	731.31
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPB	Polietileno	160mm	72,770.40
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	200mm	4,523.76
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO NO 144.1.-SDGPARN	MPB	Polietileno	200mm	6.89

Longitud total por material				
Status	Tipo	Material	Diámetro	Longitud (m)
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO S.G.P.A-DGIRA.DG.	MPB	Polietileno	200mm	156.05
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPB	Polietileno	200mm	1,272.09
RED AMPLIACION	MPB	Acero	2Pulg	10.00
RED AMPLIACIÓN	MPB	Polietileno	40mm	176.73
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPB	Polietileno	40mm	84.39
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	40mm	202,405.20
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPB	Polietileno	40mm	57,959.89
RED AMPLIACIÓN	MPB	Polietileno	63mm	551,279.04
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPB	Polietileno	63mm	888,764.74
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	63mm	260,469.22
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO NO 144.1.-SDGPARN	MPB	Polietileno	63mm	3,002.93
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO S.G.P.A-DGIRA.DG.	MPB	Polietileno	63mm	694.33
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPB	Polietileno	63mm	211,176.15
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Acero	8Pulg	29.80
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPB	Polietileno	90mm	6.80
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPC	Polietileno	200mm	4,463.30
RED AMPLIACION	MPC	Acero	2Pulg	116.78
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPC	Acero	2Pulg	39.32
RED AMPLIACION	MPC	Acero	4Pulg	985.08
RED AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 00700	MPC	Acero	4Pulg	1,851.92

Longitud total por material				
Status	**Tipo**	**Material**	**Diámetro**	**Longitud (m)**
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO ASEA UGSIVC DGGC	MPC	Acero	6Pulg	4,554.47
RED CONSTRUIDA AUTORIZADA OFICIO SGPA DGIRA DG 007	MPC	Acero	6Pulg	66.63
			Suma (m)	**2,591,028.30**

Debido a que la red de gas natural se consideró como un recipiente de almacenamiento, para propósitos del cálculo de volumen de gas empacado, la masa de este gas depende de manera directa de la presión absoluta y el volumen del recipiente que lo contiene, y de manera inversa a su temperatura de operación a la cual se encuentre dicho gas.

Una de las ecuaciones que se encuentran en la literatura científica relacionada a la termodinámica de los gases, a través de la cual se relacionan la presión, temperatura y volumen de un gas, es la Ley de los Gases Ideales cuya fórmula es la siguiente:

$$PV = n\mathrm{RT}$$

Donde P es la presión absoluta del gas (bar), V el volumen del gas (m3) y, por tanto, la capacidad del recipiente que lo contiene, n el número de moles del gas contenido en el recipiente, T es la temperatura de operación del gas (en °K) y R es la constante de los gases ideales, que posee un valor de 8.31434 m3 Pa/mol°K.

La masa del gas se extrae del número de moles descritos en la ley de los gases ideales, despejando el número de moles de la ecuación, y multiplicando dicho valor por el peso molecular de dicho gas, como sigue:

$$n = \frac{PV}{RT} \quad \rightarrow \quad n = \frac{m}{PM}$$

$$\frac{m}{PM} = \frac{PV}{RT} \quad \rightarrow \quad m = \frac{P * V * PM}{R * T}$$

Donde m es la masa (en gramos) del gas contenido en el recipiente a las condiciones de presión, temperatura y volumen dados, PM es el peso molecular del gas (en gramos por mol), que, para el caso particular del gas natural, toma el valor de 18.2 g/mol (valor referido en la hoja de datos de seguridad del gas natural).

En la tabla siguiente se muestran los resultados del cálculo de la masa de gas empacado, en la ampliación de la red de distribución que corresponde al PROYECTO (**ANEXO 2.7**):

Tabla II.3.- Resultados del cálculo de la masa de gas natural empacada en la red de distribución de gas natural del PROYECTO.

Tipo de Presión	Diámetro nominal	Presión man. (bar)	Presión man. (mbar)	Presión atm (mbar)	Presión abs (mbar)	T (°C)	T (k)	Diametro	Diametro (mm)	Diametro (m)	Longitud (m)	Vol (m3)	vol (l)	PM (g/mol)	R (lmbar/kmol)	m (gr)	m (kg)
APA	10Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	25.4	0.0254	1781.668744	0.90	902.79	18.20	83.14	13,499.37	13.50
APA	10Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	200 mm	50.8	0.0508	62.33125572	0.13	126.34	18.20	83.14	1,889.09	1.89
APA	12Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	76.2	0.0762	1786.7	8.15	8,148.03	18.20	83.14	121,837.39	121.84
APA	16Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	200 mm	101.6	0.1016	10595.3853	85.90	85,900.38	18.20	83.14	1,284,467.67	1,284.47
APA	16Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	152.4	0.1524	14.7146964	0.27	268.42	18.20	83.14	4,013.66	4.01
APA	1Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	110 mm	203.2	0.2032	1	0.03	32.43	18.20	83.14	484.92	0.48
APA	24Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	254	0.254	52.35410723	2.65	2,652.83	18.20	83.14	39,667.72	39.67
APA	24Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	304.8	0.3048	29218.74589	2,131.98	2,131,976.40	18.20	83.14	31,879,426.84	31,879.43
APA	2Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	406.4	0.4064	1338.325389	173.60	173,604.11	18.20	83.14	2,595,900.99	2,595.90
APA	2Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	110 mm	609.6	0.6096	2.183600554	0.64	637.31	18.20	83.14	9,529.76	9.53
APA	2Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	50.8	0.0508	11744.96768	23.81	23,805.11	18.20	83.14	355,957.59	355.96
APA	2Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	200 mm	203.2	0.2032	1366.523333	44.32	44,315.47	18.20	83.14	662,648.88	662.65
APA	3Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	160 mm	254	0.254	1057.1	53.56	53,564.17	18.20	83.14	800,944.67	800.94
APA	4Pulg	19	19000	1018.4	20018.4	19.9	293.05	200 mm	304.8	0.3048	26.75464129	1.95	1,952.18	18.20	83.14	29,190.94	29.19
APA	4Pulg	19	19000	1019.4	20019.4	19.9	293.05	201 mm	63	0.063	440.9231746	1.37	1,374.47	18.20	83.14	20,553.45	20.55
APA	4Pulg	19	19000	1020.4	20020.4	20.9	294.05	202 mm	64	0.064	12285.57106	39.52	39,522.66	18.20	83.14	589,031.11	589.03
APA	4Pulg	19	19000	1021.4	20021.4	21.9	295.05	203 mm	65	0.065	3166.751124	10.51	10,508.28	18.20	83.14	156,088.48	156.09
APA	6Pulg	19	19000	1022.4	20022.4	22.9	296.05	204 mm	66	0.066	9376.256698	32.08	32,078.07	18.20	83.14	474,897.41	474.90
APA	6Pulg	19	19000	1023.4	20023.4	23.9	297.05	205 mm	67	0.067	2545.838021	8.98	8,975.76	18.20	83.14	132,440.26	132.44
APA	6Pulg	19	19000	1024.4	20024.4	24.9	298.05	206 mm	68	0.068	30718.78097	111.56	111,561.08	18.20	83.14	1,640,678.77	1,640.68

Tipo de Presión	Diámetro nominal	Presión man. (bar)	Presión man. (mbar)	Presión atm (mbar)	Presión abs (mbar)	T (°C)	T (k)	Diametro	Diametro (mm)	Diametro (m)	Longitud (m)	Vol (m3)	vol (l)	PM (g/mol)	R (lmbar/kmol)	m (gr)	m (kg)
APA	6Pulg	19	19000	1025.4	20025.4	25.9	299.05	207 mm	69	0.069	703.524307	2.63	2,630.68	18.20	83.14	38,560.80	38.56
APA	8Pulg	19	19000	1026.4	20026.4	26.9	300.05	208 mm	70	0.07	4218.908239	16.24	16,236.30	18.20	83.14	237,212.07	237.21
APA	8Pulg	19	19000	1027.4	20027.4	27.9	301.05	209 mm	71	0.071	8243.091761	32.64	32,636.06	18.20	83.14	475,252.21	475.25
MPB	10Pulg	4	4000	1028.4	5028.4	28.9	302.05	210 mm	72	0.072	20	0.08	81.43	18.20	83.14	296.74	0.30
MPB	110mm	4	4000	1029.4	5029.4	29.9	303.05	211 mm	73	0.073	28334.84239	118.59	118,592.55	18.20	83.14	430,823.89	430.82
MPB	110mm	4	4000	1030.4	5030.4	30.9	304.05	212 mm	74	0.074	24640.99913	105.98	105,977.25	18.20	83.14	383,805.01	383.81
MPB	110mm	4	4000	1031.4	5031.4	31.9	305.05	213 mm	75	0.075	14833.93132	65.53	65,534.45	18.20	83.14	236,607.21	236.61
MPB	110mm	4	4000	1032.4	5032.4	32.9	306.05	214 mm	76	0.076	6.271530979	0.03	28.45	18.20	83.14	102.40	0.10
MPB	110mm	4	4000	1033.4	5033.4	33.9	307.05	215 mm	77	0.077	14683.25563	68.37	68,374.59	18.20	83.14	245,350.83	245.35
MPB	12Pulg	4	4000	1034.4	5034.4	34.9	308.05	216 mm	78	0.078	8.928506897	0.04	42.66	18.20	83.14	152.63	0.15
MPB	12Pulg	4	4000	1035.4	5035.4	35.9	309.05	217 mm	79	0.079	1.071493103	0.01	5.25	18.20	83.14	18.73	0.02
MPB	160mm	4	4000	1036.4	5036.4	36.9	310.05	218 mm	80	0.08	10729.80138	53.93	53,933.99	18.20	83.14	191,774.79	191.77
MPB	160mm	4	4000	1037.4	5037.4	37.9	311.05	219 mm	81	0.081	15550.1092	80.13	80,129.86	18.20	83.14	284,060.65	284.06
MPB	160mm	4	4000	1038.4	5038.4	38.9	312.05	220 mm	82	0.082	83873.47643	442.94	442,938.31	18.20	83.14	1,565,496.77	1,565.50
MPB	160mm	4	4000	1039.4	5039.4	39.9	313.05	221 mm	83	0.083	731.3128597	3.96	3,956.86	18.20	83.14	13,942.99	13.94
MPB	160mm	4	4000	1040.4	5040.4	40.9	314.05	222 mm	84	0.084	72770.40012	403.28	403,277.72	18.20	83.14	1,416,807.71	1,416.81
MPB	200mm	4	4000	1041.4	5041.4	41.9	315.05	223 mm	85	0.085	4523.760982	25.67	25,670.15	18.20	83.14	89,916.74	89.92
MPB	200mm	4	4000	1042.4	5042.4	42.9	316.05	224 mm	86	0.086	6.891866289	0.04	40.03	18.20	83.14	139.81	0.14
MPB	200mm	4	4000	1043.4	5043.4	43.9	317.05	225 mm	87	0.087	156.0523037	0.93	927.68	18.20	83.14	3,230.25	3.23
MPB	200mm	4	4000	1044.4	5044.4	44.9	318.05	226 mm	88	0.088	1272.094848	7.74	7,737.06	18.20	83.14	26,861.50	26.86
MPB	2Pulg	4	4000	1045.4	5045.4	45.9	319.05	227 mm	89	0.089	10	0.06	62.21	18.20	83.14	215.35	0.22
MPB	40mm	4	4000	1046.4	5046.4	46.9	320.05	228 mm	90	0.09	176.730295	1.12	1,124.31	18.20	83.14	3,880.53	3.88

Tipo de Presión	Diámetro nominal	Presión man. (bar)	Presión man. (mbar)	Presión atm (mbar)	Presión abs (mbar)	T (°C)	T (k)	Diametro	Diametro (mm)	Diametro (m)	Longitud (m)	Vol (m3)	vol (l)	PM (g/mol)	R (lmbar/kmol)	m (gr)	m (kg)
MPB	40mm	4	4000	1047.4	5047.4	47.9	321.05	229 mm	91	0.091	84.38637445	0.55	548.84	18.20	83.14	1,888.78	1.89
MPB	40mm	4	4000	1048.4	5048.4	48.9	322.05	230 mm	92	0.092	202405.1971	1,345.51	1,345,513.97	18.20	83.14	4,616,992.19	4,616.99
MPB	40mm	4	4000	1049.4	5049.4	49.9	323.05	231 mm	93	0.093	57959.88619	393.72	393,717.14	18.20	83.14	1,347,084.45	1,347.08
MPB	63mm	4	4000	1050.4	5050.4	50.9	324.05	232 mm	94	0.094	551279.0391	3,825.76	3,825,763.19	18.20	83.14	13,051,857.04	13,051.86
MPB	63mm	4	4000	1051.4	5051.4	51.9	325.05	233 mm	95	0.095	888764.7368	6,299.77	6,299,773.31	18.20	83.14	21,430,237.58	21,430.24
MPB	63mm	4	4000	1052.4	5052.4	52.9	326.05	234 mm	96	0.096	260469.2172	1,885.34	1,885,340.37	18.20	83.14	6,395,047.34	6,395.05
MPB	63mm	4	4000	1053.4	5053.4	53.9	327.05	235 mm	97	0.097	3002.927324	22.19	22,191.12	18.20	83.14	75,056.65	75.06
MPB	63mm	4	4000	1054.4	5054.4	54.9	328.05	236 mm	98	0.098	694.3289232	5.24	5,237.31	18.20	83.14	17,663.56	17.66
MPB	63mm	4	4000	1055.4	5055.4	55.9	329.05	237 mm	99	0.099	211176.1506	1,625.57	1,625,571.79	18.20	83.14	5,466,889.02	5,466.89
MPB	8Pulg	4	4000	1056.4	5056.4	56.9	330.05	238 mm	100	0.1	29.8	0.23	234.05	18.20	83.14	784.89	0.78
MPB	90mm	4	4000	1057.4	5057.4	57.9	331.05	239 mm	101	0.101	6.8	0.05	54.48	18.20	83.14	182.19	0.18
MPC	200mm	7	7000	1058.4	8058.4	58.9	332.05	240 mm	102	0.102	4463.3	36.47	36,470.97	18.20	83.14	193,746.17	193.75
MPC	2Pulg	7	7000	1059.4	8059.4	59.9	333.05	241 mm	103	0.103	116.7816026	0.97	973.06	18.20	83.14	5,154.35	5.15
MPC	2Pulg	7	7000	1060.4	8060.4	60.9	334.05	242 mm	104	0.104	39.3183974	0.33	334.01	18.20	83.14	1,764.16	1.76
MPC	4Pulg	7	7000	1061.4	8061.4	61.9	335.05	243 mm	105	0.105	985.0782082	8.53	8,529.83	18.20	83.14	44,924.32	44.92
MPC	4Pulg	7	7000	1062.4	8062.4	62.9	336.05	244 mm	106	0.106	1851.921792	16.34	16,342.75	18.20	83.14	85,827.45	85.83
MPC	6Pulg	7	7000	1063.4	8063.4	63.9	337.05	245 mm	107	0.107	4554.472316	40.95	40,954.02	18.20	83.14	214,467.19	214.47
MPC	6Pulg	7	7000	1064.4	8064.4	64.9	338.05	246 mm	108	0.108	66.62768432	0.61	610.37	18.20	83.14	3,187.31	3.19
					TOTAL DE RED			**Suma (m)**			**2,591,028.30**	**19,670.00**					**99,410.41**

De acuerdo con los datos obtenidos a través del cálculo del gas empacado en la red de distribución que comprenderá el PROYECTO, se tendrá una capacidad de **99,410.41 kg** de gas natural, cantidad que supera los 500 kg señalados en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 1992 por lo que se concluye que el PROYECTO que se presenta, constituye una **Actividad Altamente Riesgosa**.

II.3. Condiciones de operación

II.3.1. Estaciones de regulación

En general para todas las estaciones de regulación y medición (ERM) pueden subdividirse en tres principales grupos, cada uno con funciones específicas: (Filtrado, Regulación y Medición).

Adicionalmente, en aquellas estaciones que sea necesario calentar el gas antes de proceder a la regulación, será necesario instalar un intercambiador de calor y un "skid" adicional en donde se montarán las calderas a gas.

Cada estación está diseñada para manejar el 100% del caudal de diseño por cada ramal, por consiguiente, el modo de operación será con un ramal activo y en otro en stand-by, el cual entrará en funcionamiento en caso de falla del primero:

a) Estarán montadas sobre patines, los que deberán poseer cáncanos para su Izaje y transporte.

b) Las tuberías de entrada y salida deberán tener extremos bridados de la clase correspondiente a la presión de trabajo. La altura desde el borde externo de las mismas con respecto al nivel de piso será tal que permita su conexión y desconexión sin inconvenientes con las tuberías de entrada y de salida de la planta reductora.

c) Las estaciones destinadas a alimentar redes de distribución tendrán dos ramas de regulación que trabajarán en forma independiente, es decir, una estará en operación y la otra en "stand by", así como de una rama de "by-pass" manual. Cada rama por separado deberá poder suministrar el caudal máximo especificado. La presión regulada de la válvula reguladora de la rama secundaria será, orientativamente, un 10% menor que la rama principal.

d) Tanto en la rama principal como en la secundaria se utilizara el esquema: Válvula de bloqueo manual – filtro – Válvula de seguridad por bloqueo (V.I.S.) – Regulador monitor – Regulador principal – Válvula de bloqueo manual.

e) La rama de "by-pass" estará compuesta por una válvula esférica de paso total, con traba candado de palanca o volante (según corresponda) y una válvula reguladora manual tipo globo del tamaño adecuado al caudal de diseño de la planta.

f) Las estaciones destinadas a alimentar a clientes industriales tendrán una rama con el esquema establecido tendrán una rama con el esquema establecido en el inciso (d), así como de un "by-pass". En caso de tratarse de un cliente con consumo crítico (no puede ser interrumpido por existir procesos continuos) se tendrá también una rama secundaria, con el siguiente esquema: Válvula de bloqueo manual – Filtro – Válvula de seguridad por bloqueo (V.I.S.) – Regulador principal – Válvula de bloqueo manual.

Los criterios de diseño y construcción serán conforme a las normas técnicas, así como la NOM-003-ASEA-2016.

II.3.2. Especificaciones durante la operación de la red de distribución

Presión de distribución

En la cual, la presión de entrada a la red principal será asignada por la conexión con la red de distribución de proveedor y puede variar según las condiciones operativas.

Capacidades

Las estaciones industriales como las distritales tendrán capacidades de acuerdo a los requerimientos propios de los usuarios finales, así como de ampliaciones para futuros proyectos. Las capacidades nominales normalizados son de 200, 300, 500, 1,000 y 2500 $m^3(n)/h$.

II.4. Válvulas

Las válvulas de seccionamiento, serán ubicadas, construidas y operadas, de acuerdo a los criterios con los que cuenta la Promovente y dando pleno cumplimiento a la Norma NOM-003-ASEA-2016, considerando los siguientes criterios:

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.

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.

Dichas válvulas serán colocadas con forme a los requerimiento y criterios de Naturgy México, S.A. de C.V. además de cumplir con los requerimientos normativos, aplicables estipulados por las autoridades competentes.

II.5. Cruzamientos

Los tramos de tubería tendrán cruzamientos con canales, escurrimientos de agua, vías férreas y carreteras.

Estos cruzamientos están identificados en el plano de arreglo de instalaciones (**ANEXO 2.2**), y sus coordenadas geográficas se señalan en el inventario de la ampliación de la red de distribución incluido en el **ANEXO 2.6**.

En atención a estos cruzamientos, se cuentan con válvulas de seccionamiento y sistemas de control de flujo automatizados, los cuales se pueden activar en caso de emergencia. Se cuenta con un **Centro de Control de Distribución** operativo las 24 horas los 365 días del año, así como un **Centro de Atención a Urgencias**, que cuenta con los recursos humanos, técnicos y materiales suficientes para atender una emergencia relacionada a la red de distribución.

Lo anterior, sumado a las rutinas de inspección y mantenimiento de la red, realizadas conforme a estrictos programas y registro detallado de las actividades, crean todo un esquema de seguridad ante la presencia de estos cruzamientos.

II.6. Operación

II.6.1. Puesta en carga (pre-arranque)

Para poner en carga la tubería canalizada, el Ingeniero Gestor de Obra por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. deberá confirmar que no existan inconformidades levantadas por la Empresa de Control de Calidad y que la Empresa colaboradora no les haya dado seguimiento o que no se haya terminado totalmente.

Para poder poner en carga la tubería se realizará previamente la prueba de hermeticidad, para asegurarse de que la línea está totalmente hermética; en esta prueba al inicio y al final de la misma se contará con el jefe de obra por parte de la empresa colaboradora, el gestor de obra por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. y el Ingeniero designado por parte de la unidad verificadora, los cuales firmarán el gráfico de la prueba antes de que sea instalado para su medición, y también al final de la misma, para verificar los resultados presentados, después de verificar que el resultado de la prueba sea hermético, el ingeniero gestor de obra por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. entregará la papelería correspondiente al plan de verificación solicitada por la unidad verificadora para que ésta extienda un dictamen el cual avalará que el sistema de distribución cumple con los requisitos mínimos contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016. Después de obtener el Dictamen el Gestor de Obra de Naturgy México, S.A. de C.V. enviará al departamento de servicios técnicos una solicitud de intervención, para que este último haga la programación de la puesta en carga la tubería, cabe resaltar que en la solicitud debe anexar, una copia del dictamen, del gráfico y la prueba de hermeticidad.

II.7. Limpieza de obra

- Durante toda la obra Naturgy México, S.A. de C.V. mantendrá ordenada la zona de influencia de construcción y se efectuará la limpieza general cuando menos cada fin de semana.
- Cuando se termine una fase de construcción (por ejemplo: excavación, tendido de tubería, cruce de calles, relleno de cepas, etc.), se realizará la limpieza y retiro de todo el material que no se ocupó.
- Para la limpieza se utilizará el equipo y la herramienta adecuados.

- Cuando sea necesario se colocará señalamiento exterior para la protección de los ejecutores de la limpieza.
- Cuando la limpieza consista en la remoción de escombros y materiales sobrantes se observará en términos generales, lo siguiente:

  a) Al remover los escombros y materiales sobrantes no se dañará, ni manchará la zona de la obra o elementos que sean circunvecinos.

  b) La carga de los vehículos de transporte, se realizará lo más próximo a la zona donde se encuentran almacenados provisionalmente los escombros y materiales sobrantes, teniendo cuidado de no dañar la obra terminada.

  c) Cuando los escombros y materiales sobrantes se encuentren depositados provisionalmente sobre un piso ya terminado, para no dañarlo se tendrá especial cuidado al retirarlos; inmediatamente después, el piso se deberá barrer cuidadosamente.

  d) Cuando los materiales sobrantes fueron aprovechables, se clasificaron de acuerdo a su tipo y características.

- Se colocarán las protecciones necesarias a los elementos terminados para no dañarlos durante las operaciones de limpieza.

II.8. Mantenimiento

El mantenimiento tiene como objetivo básico conseguir que las instalaciones de Transporte y Distribución de la Naturgy México, S.A. de C.V., siempre se encuentren dentro de los límites exigibles de operatividad, seguridad y rentabilidad.

Los sistemas de distribución deberán cumplir los requisitos derivados de la NOM-003-ASEA-2016, tanto en lo referente a la operación, como lo referente a las actividades de mantenimiento y/o reparación, así como aquellos otros contemplados en las normativas de Naturgy México, S.A. de C.V.

Deberán ser objeto de mantenimiento las siguientes instalaciones o equipos:

- Redes y tomas de servicio (Acometidas).
- Estaciones de Regulación y Medición.
- Válvulas de Línea.
- Instalaciones de Protección Catódica.
- Equipos de medición de ERM.
- Equipos, mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Postes de señalización.

II.8.1. Planes de mantenimiento

Para el óptimo funcionamiento de las redes de distribución de Naturgy México, S.A. de C.V., se han elaborado los diferentes planes de mantenimiento que se describen a continuación:

- Mantenimiento de la red de distribución.
- Monitoreo de la red.
- Mantenimiento a Punto de Entrega de Gas Natural (PEGN), Estaciones de Regulación y Medición (ERM´s) y Estaciones de Regulación de Presión (ERP) en la Distribución.
- Mantenimiento a Estaciones de Regulación y Medición Industriales.
- Mantenimiento de válvulas de línea.
- Mantenimiento del Sistema de Protección Catódica.
- Mantenimiento a equipos electrónicos.
- Control del nivel de protección.

II.8.1.1. Plan de mantenimiento de la red de distribución

La información para la toma de decisiones relativas al mantenimiento de redes y tomas de servicio (acometidas) se obtendrá básicamente de tres fuentes: la vigilancia de la traza de las redes, la detección sistemática de fugas, y los avisos de terceros. Para las redes de acero esto se complementará con los datos de la protección catódica, revestimiento, medidas de espesor que pudieran disponerse, la clase de localización del ducto (1, 2, 3 o 4), así como las instalaciones y edificios colindantes y el estado de la franja en uso para el paso del ducto de gas.

Operación de vigilancia de la red de distribución

La operación de vigilancia (celaje) tiene por objeto comprobar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir negativamente en su seguridad o en las condiciones de su señalización. Así mismo la comprobación de que las instalaciones auxiliares asociadas a la red se encuentran en buen estado en cuanto a su infraestructura.

En el ejercicio de esta operación de mantenimiento, se prestará especial atención al estado de los tramos aéreos, entubamientos e indicadores de la traza de la red.

Alcance de las instalaciones a vigilar

Incluye los ductos de distribución de Alta Presión B, Alta Presión A y Media Presión C. La red de distribución de MPB y MPA se vigilará de manera conjunta con el monitoreo anual.

Programación de las operaciones de vigilancia de la red de distribución

Las tareas de vigilancia se realizarán de manera continua con una frecuencia semestral, que podrá ser modificado en función de las circunstancias especiales de la zona o ducto.

Serán admisibles frecuencias más intensas en función de los análisis de cara a la prevención de daños de terceros sobre las canalizaciones.

Vigilancia de obra de terceros

La frecuencia de vigilancia será en función del tipo de obra, tipo de afectación a las redes e instalaciones auxiliares asociadas, riesgos detectados y avance de las obras.

II.8.1.2. Plan de monitoreo de la red (control de estanqueidad)

El monitoreo de red es el conjunto de tareas realizadas por personal calificado, dotado de la información gráfica pertinente y de los equipos de detección adecuados para investigar y localizar las posibles fugas existentes en las conducciones que componen la red, en acometidas y/o en centros de regulación y medición según se establezca reglamentariamente.

El monitoreo, tiene como finalidad detectar, localizar y clasificar sistemáticamente fugas de gas en la red de distribución y registros de válvulas.

Monitoreo de fugas

Atendiendo a lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016, a la historia acumulada sobre el índice de fugas de las redes, los materiales que la constituyen etc., se diseñará un programa anual de detección sistemática de fugas (monitoreo y/o reseguimiento) con el fin de detectar y localizar posibles puntos donde las redes no sean herméticas.

Se debe llevar a cabo revisiones periódicas y monitoreo a lo largo de la trayectoria de las tuberías de distribución para detectar la presencia de gas en el subsuelo y en instalaciones u obras adyacentes de algún otro servicio público como drenajes, registros, pozos de visita, ductos eléctricos y telefónicos, entre otros.

El monitoreo debe incluir los tramos aéreos de las tomas de servicio (acometida) hasta la entrada al medidor de las instalaciones de aprovechamiento.

La sistemática a utilizar para efectuar dicho monitoreo de redes consistirá en definir unas zonas homogéneas de actuación (sectores) que deberán perdurar en el tiempo con el fin de poder efectuar análisis comparativos sobre su comportamiento.

El monitoreo para la detección de fugas debe realizarse en forma programada de acuerdo con lo especificado en la NOM-003-ASEA-2016:

Para tubería de acero:

a) Tubería de acero con protección catódica en Clase 3 y 4, se debe inspeccionar al menos 1 vez cada 2 años, y

b) Tubería de acero sin protección catódica, en Clase 1, 2, 3 y 4 se debe inspeccionar al menos 1 vez cada 6 meses.

Para tubería de polietileno y otros materiales distintos al acero:

a) Tubería en Clase 1 y 2 se deben inspeccionar al menos 1 vez cada 4 años, y

b) Tubería en Clase 3 y 4 se deben inspeccionar al menos 1 vez cada 2 años.

La información recogida por el personal que realice las tareas de detección y localización sistemática de fugas se plasmará en unos documentos (en formato papel o informático).

Servicios Técnicos en cada una de las zonas de distribución, será el responsable de registrar y codificar cada uno de los partes de fuga recibidos, así como de incorporar la información que

contienen a una base de datos informática, y de su captura en Sistema ICARO. El plazo máximo para la captura de fugas en Sistema ICARO será de treinta días calendario contados a partir de la fecha de haber sido recibidos los resultados del monitoreo o de haber sido atendido en campo el aviso vía CCAU. Cada delegación responsable de la zona de distribución deberá mantener actualizados los planos históricos de la red donde puedan visualizarse las fugas detectadas en los últimos cinco monitoreos.

Clasificación de los niveles de fugas

Nivel 1 (N1). Se consideran fugas de intervención urgente y son aquellas que comportan riesgo inminente para las personas o propiedades por su intensidad o ubicación, ya sea por penetrar el gas en los edificios, drenajes, cámaras de registro, cajas de equipos electrónicos o automáticos, o bien por tratarse de roturas producidas en la canalización por obras de terceros, y en general en toda situación en la que haya alta posibilidad racional de asfixia, incendio o explosión inminente.

Ejemplos de fugas consideradas como de nivel 1: Cualquier escape de gas que se haya encendido; cualquier lectura mayor que el 20% (veinte por ciento) del Límite inferior de Explosividad (LIE) del gas en un espacio confinado; cualquier indicación de que el gas haya migrado al interior o debajo de un edificio o dentro de un túnel. Los ejemplos anteriores no pretenden ser limitativos, cualquier fuga que, a juicio del personal operativo en el sitio de la fuga, se considere un peligro inmediato será clasificada como de nivel 1.

Nivel 2 (N2). Se consideran fugas de intervención programada y son aquellas que no revisten alto riesgo potencial por no darse los motivos o circunstancias expuestos para el Nivel 1, y aún en las que la presencia de gas es apreciable, en lugares sin riesgo. A tal efecto, se clasificaran en este nivel aquellas fugas, en las que su ubicación o condiciones, anulen la probabilidad de clasificación a nivel 1 y que permitan programar su eliminación hasta en un periodo máximo de 6 meses.

Ejemplos de fugas consideradas como de nivel 2: Mayor o igual de 100% (cien por ciento) del LIE debajo de la calle cubierta de pared a pared con piso terminado, por ejemplo pavimento y/o concreto, que tiene una migración de gas significativa de hasta 5 m y la fuga no se califica como grado 1; lectura hasta el 20% (veinte por ciento) del LIE en un espacio confinado en estructuras no asociadas al gas natural y en las que se detecte un nivel superior al 20% en volumen, independientemente de su ubicación.

Nivel 3 (N3). Se consideran fugas de vigilancia de progresión y son aquellas que sus valores de detección están por debajo de los indicados para las fugas de Nivel 2 y en las que su ubicación o condiciones, anulen la probabilidad de clasificación a nivel 2 o 1. Estas fugas deben revalorarse cada seis meses pudiendo entonces mantener o cambiar su clasificación.

Ejemplos de fugas consideradas como de nivel 3: Cualquier valor debajo de la calle en áreas que no están pavimentadas completamente, donde no es probable que el gas pudiera migrar al lado exterior de la pared de un edificio; lectura hasta el 20% del LIE en un espacio confinado en estructuras asociadas al gas natural. Los ejemplos anteriores no pretenden ser limitativos, cualquier fuga considerada como no peligrosa cuando se detecta y que representa una muy baja o nula probabilidad de riesgo para el futuro puede ser clasificada como nivel 3.

Tratamiento de las fugas

Mensualmente se realizará un análisis de fugas en las redes en los sectores considerados, analizándose la evolución de las relaciones de fugas/km para cada sector y material.

El comportamiento y el estado de la red enterrada de un sector de reseguimiento se evaluarán utilizando el denominado índice de fugas y se expresará en total de fugas detectadas por kilómetro de red reseguida. El total de fugas incluirá las localizadas en tubería enterrada tanto en red como en tomas de servicio (acometidas). Las fugas aéreas en tomas de servicio (acometidas) se registrarán

en reportes en los que se expresará el total de fugas detectadas por número de instalaciones de aprovechamiento como porcentaje.

Una vez finalizado el reseguimiento de un sector y situadas las fugas sobre el plano histórico correspondiente para red enterrada o en reporte correspondiente para fugas aéreas, sobre el que se habrán ido situando también las fugas detectadas por reclamación, para determinar su comportamiento, se debe efectuar un estudio donde se calculen los índices de fugas siguientes: El total del sector; si en el sector existen redes de diferentes rangos de presión, el resultante para cada presión; en cada sub-sector, el resultante para cada material de red existente, y finalmente para cada uno de ellos se desglosará en red (tubo, accesorios, toma de servicio) y en acometidas (llave de toma de servicio, toma de servicio, conjunto de regulación...). El estudio se emitirá en forma de "informe de monitoreo del sector" y deberá contemplar asimismo un análisis comparativo, de la evolución de dicho índice para cada uno de los supuestos citados con relación al último reseguimiento.

Una vez situadas las fugas sobre el plano histórico, se deberá proceder a analizar los datos.

Plazos de resolución de fugas detectadas

Una vez registradas y clasificadas las fugas, deberá procederse a su eliminación, mediante reparación de las mismas, o bien mediante sustitución de la conducción o toma de servicio (acometida) sobre la que se sitúa.

Plazos de resolución de fuga:

Tabla II.4.- Plazos de resolución de fugas en la red de distribución.

Tipo de fuga	Atención
Nivel 1 (N1)	*"Fugas de intervención Urgente"* Las fugas de Nivel 1 deberán ser atendidas y corregidas de inmediato cuando se detecten, hasta su reparación o puesta en seguridad. En estos casos el Equipo que ha efectuado la detección se deberá poner de inmediato en contacto con el Centro Coordinador de Atención de Urgencias, con el fin de que se desplace un Equipo de Intervención de Atención de Urgencia al lugar de los hechos para hacerse cargo de la situación y actuar en consecuencia según la Normatividad. El Equipo de Detección y Localización no podrá abandonar el lugar de los hechos hasta que el Equipo de Atención de Avisos de Urgencia llegue al lugar, se haga cargo de la situación y no requiera de su apoyo para ubicar y controlar la fuga y el riesgo.
Nivel 2 (N2)	*"Fugas de Vigilancia de Intervención"* Tras el análisis de las mismas se decidirá el proceso de eliminación, "reparación" o "sustitución" para cada caso los tiempos máximos de resolución serán: Reparación: Menor o igual a tres (3) meses Sustitución: Menor o igual a seis (6) meses Excepcionalmente en aquellos sistemas recibidos de terceros con un elevado número de fugas, tal que no sea viable la reparación en los plazos estándares, se podrán realizar planes de acción concretos para garantizar su reparación en 9 meses, priorizando su reparación en función de sus

Tipo de fuga	Atención
	características. En cualquier caso, aquellas que vayan a superar el plazo estándar, deberán reevaluarse a los 5 meses.
Nivel 3 (N3)	*"Fugas de vigilancia de progresión"* En un plazo menor a seis (6) meses deberá procederse a su reevaluación: Si se evalúa como "N1", se procederá de acuerdo con lo citado para fugas "N1" Si se evalúa como "N2" se procederá de acuerdo a lo citado para fugas "N2", teniendo en cuenta que los plazos de resolución se contarán desde la fecha de reevaluación. Si se evalúa como "N3", se procederá a su reevaluación a los tres (3) meses. En caso de persistir como "N3", la misma se tratará como si fuera una fuga "N2". En caso de no existir fuga, se clasificará como "sin resultado".

Eliminación de fugas por reparación

Las programaciones de actuación sobre fugas que deban ser resueltas mediante reparación se efectuará de forma que exista prioridad para aquellas que se hallen situadas sobre redes de mayor presión y en zonas urbanas frente al resto.

Todas las reparaciones a efectuar programadas se deberán realizar con carácter definitivo. En el caso de que durante el proceso de reparación se constate, en virtud del estado de la tubería, que es necesario renovar una parte de la misma, se deberá gestionar de inmediato la documentación para efectuar la misma en el menor plazo de tiempo posible, dándole prioridad sobre otras sustituciones.

Alcance de las instalaciones a monitorear

El monitoreo se realizará sobre todas las canalizaciones enterradas, registros de válvulas y los tramos aéreos de la acometida hasta la entrada del medidor de las instalaciones receptoras.

Frecuencia del monitoreo de red

La frecuencia del monitoreo de la red se realizará de acuerdo a la legislación oficial vigente conforme a la clase de localización de la red.

Planificación del monitoreo de red

Se establecen zonas homogéneas de actuación (sectores) con el fin de poder efectuar análisis comparativos sobre su comportamiento. Las zonas se establecen basándose en las cuadrículas de la cartografía de cada Zona de Distribución.

Calibrado y mantenimiento de equipos para el monitoreo de red

La calibración del equipo se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma NOM-003-ASEA-2016 Apartado 8 y a las recomendaciones del fabricante.

Inspección de la red

Al mismo tiempo que se realice el monitoreo, se realizará una revisión de la traza de la red según lo especificado en el Plan de Inspección de Redes de Distribución, con el objeto de detectar anomalías o actuaciones que pudieran afectar a las tuberías de gas.

Tratamiento de la información del plan de monitoreo de red

Se complementará un reporte impreso por cada fuga detectada, que incluirá un croquis de localización de la misma.

Se realizarán análisis mensuales de fugas de la red basándose en los diferentes materiales (acero y cobre) y a las zonas establecidas.

Se mantendrán archivados los resultados de los últimos cinco reportes de monitoreo, además se anexaran todos los certificados anuales de los detectores de gas.

El área de Servicios Técnicos responsable de la Zona de Distribución mantendrá a resguardo la información a la que se refiere este punto.

II.8.1.3. Plan de mantenimiento a PEGN, ERP y ERM-D

Establece las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar en las Estaciones de Regulación (PEGN, ERM'S y ERP'S) a fin de comprobar:

- El correcto funcionamiento de los equipos que la componen.
- El correcto taraje de los elementos de regulación y dispositivos de seguridad.
- La buena conservación de los diferentes elementos que componen la infraestructura de la ERM.

Las distintas operaciones de mantenimiento preventivo se han agrupado, en función de su alcance y frecuencia de actuación, en tres niveles:

- Visita de inspección (vigilancia).
- Visita exhaustiva (revisión).
- Visita de conservación.

II.8.1.4. Plan de mantenimiento de válvulas de línea

Dado que las válvulas de línea son equipos que se utilizan de forma esporádica, resulta tan importante garantizar en algunos casos su rápida localización y su identificación inequívoca por parte de nuestro personal como su correcto funcionamiento. Para este fin los Servicios Técnicos deben disponer de planos que indiquen la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución en su zona. Estos planos deben actualizarse conforme a los cambios realizados al sistema.

Resultará conveniente por tanto que las tareas de mantenimiento sean realizadas o supervisadas por el personal que en un momento dado sea el encargado de accionarlas.

II.8.1.5. Mantenimiento para equipos de medición de ERM (City Gate)

Los Puntos de Recepción son los puntos en donde Naturgy México, S.A. de C.V. recibe el gas natural de la compañía transportista y que incluyen siempre medición.

Las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) se utilizan cuando exista reducción de presión e instalación de medición en el mismo punto, esta codificación se utiliza para instalaciones que sean propiedad o mantenidas por Naturgy México, S.A. de C.V. y que no son puntos de recepción.

La Gerencia de Control de Operaciones deberá establecer un plan de mantenimiento con el que se lleve a cabo la verificación de los equipos de medición instalados tanto en las ERM como en los puntos de recepción que se sitúan dentro de su ámbito de actuación, conforme a los procedimientos establecidos para tal efecto.

El responsable de la Unidad de Control de Operaciones de Naturgy México, S.A. de C.V. deberá establecer un plan de mantenimiento para las Estaciones de Regulación y Medición de los clientes industriales y distritales, en lo correspondiente a control y medición.

Dicho plan tendrá como objeto garantizar de forma permanente el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

II.8.1.6. Mantenimiento a equipos electrónicos

La Gerencia de Control de Operaciones deberá establecer un Plan de Mantenimiento de los equipos eléctricos y electrónicos instalados en las ERM o posiciones que se sitúan dentro de su ámbito de actuación y anualmente un programa de actividades.

Quedan incluidos dentro de este concepto los correctores, registradores electrónicos, equipos de tele medida, cromatógrafos, calorímetros, actuadores de telemandos, módems y equipos de telefonía y tele medida, así como otra instrumentación eléctrica y electrónica que pueda encontrarse en las ERM, válvulas o posiciones que se sitúan dentro de su ámbito de actuación, los cuales cumplirán los procedimientos específicos en cada caso.

La verificación de la calibración de los equipos eléctricos y electrónicos se debe hacer siguiendo las recomendaciones del fabricante. El periodo de tiempo entre las verificaciones de dichos equipos, se debe establecer en el Plan de Mantenimiento, siendo no mayor a 1 año para equipos que tengan una connotación comercial.

Dicho plan tendrá como objeto garantizar de forma permanente el funcionamiento satisfactorio de dichos equipos.

Queda fuera del alcance de este punto la parte correspondiente a iluminación eléctrica, así como lo correspondiente a la toma de servicio (acometida) de alimentación eléctrica de las Estaciones Reguladoras e Instalaciones de Protección catódica.

II.8.1.7. Evaluación de la corrosión externa

La evaluación de la corrosión externa se realizará en:

Tuberías con presión máxima de operación mayor a 16 bares.

Tuberías con presión máxima de operación igual o inferior a los 16 bar y superior a los 5 bar y localizadas en categoría de emplazamientos 3 y 4 (UNE 60302 o ASME B31.8, según corresponda).

Deben realizarse planes de inspección en servicio con tecnología Magnetic Flux Leakage (MFL) o similar cada 10 años en todas aquellas canalizaciones con MOP > 16 bar y 8", siempre y cuando se encuentren acondicionadas para esta operación.

En el caso de canalizaciones existentes de las características mencionadas en el apartado anterior que no se encuentren acondicionadas, deberá realizarse un análisis técnico-económico de las acciones necesarias para poder realizar la inspección en servicio para, si resulta posible, su ejecución en los plazos más ajustados al objetivo.

Los resultados de cada fase de pig deberán ser objeto de un estudio de ingeniería que defina las medidas más oportunas.

II.9. Pruebas de verificación

Las canalizaciones (tramos de red y acometidas de servicio) serán sometidas a una prueba conjunta de resistencia mecánica y de hermeticidad de acuerdo con las prescripciones que más delante se indican y siempre con anterioridad a la puesta en disposición de servicio. Se pondrá en servicio la canalización siempre que las pruebas conjuntas de resistencia y de hermeticidad sean satisfactorias y se obtendrá el dictamen correspondiente de la Unidad Verificadora (UV).

Prueba conjunta de resistencia y de hermeticidad (p.h.)

La prueba conjunta de resistencia y de hermeticidad será avalada por una unidad de verificación autorizada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), quedando la documentación en poder de Naturgy México, S.A. de C.V..

Plan de pruebas

Antes de empezar las pruebas, el Supervisor Responsable de Naturgy México, S.A. de C.V. establecerá un Plan de Pruebas en el que quedarán definidos: el método, las presiones, las duraciones y los fluidos de prueba, así como los criterios de aceptación, las variaciones admisibles de presión, los métodos de detección de fugas, la evacuación del fluido de prueba y del agua en particular, las medidas de seguridad, la señalización según lo indicado en el procedimiento especificación, selección y colocación de señales de seguridad.

Así mismo, se establecerán las medidas de seguridad y prevenciones necesarias para salvaguardar la integridad de las personas y bienes durante la preparación y ejecución de las pruebas.

El plan de pruebas permanecerá en posesión del supervisor de obra de forma previa al inicio de las mismas y será firmado por el TRP y el supervisor de obra.

La tubería a probar estará totalmente enterrada excepto en sus extremos, las partes de la tubería que queden expuestas serán adecuadamente aseguradas, según lo establecido en el plan de pruebas.

Durante la preparación y ejecución de las pruebas de hermeticidad quedará prohibida la presencia de personas ajenas a la prueba en la zona de trabajo (lugar de ubicación de los instrumentos y accesorios utilizados para efectuar las pruebas) y en los lugares en que la tubería permanezca descubierta.

No se realizarán pruebas de presión contra válvulas cerradas.

Equipos de medición y control

El método de prueba empleado será el de registro de presión. Los equipos de medida cumplieran con lo siguiente:

- Manómetro de tubo Bourdon de clase 1 y carátula Ø150 mm, para la prueba de hermeticidad, el rango de cada manómetro será siempre tal que la presión a medir se encuentre entre el 35 % y 65 % del límite superior del manómetro.
- Registrador de presión y temperatura, de clase 0,5 precisión ±1,0% y rango de -10 °C a +100 °C por lo que se refiere a temperatura, el rango de presión a medir se debe encontrar entre el 35 % y 65 % del límite superior del registrador.
- Termómetro con un rango entre -10 °C y +50 °C (263 a 323 K), y escala 1 °C (1 K).

Los parámetros en las pruebas de hermeticidad serán acorde con la duración de la prueba, y en ningún caso inferior a 20 mm/h; así mismo los equipos cumplirán con lo especificado con el procedimiento de pruebas de hermeticidad.

Los instrumentos de medida deberán contar con certificados de calibración vigentes y de una antigüedad no superior a los 6 meses. El plan de calibración de los instrumentos deberá cumplir con lo establecido en el procedimiento de Naturgy México, S.A. de C.V., aplicable.

Los registradores se ubicarán en el extremo por donde se efectuará el llenado de la canalización con el fluido de prueba.

II.9.1. Ejecución de las pruebas de presión

Prueba conjunta de resistencia y hermeticidad

El tramo a probar se limpiará y se utilizará agua clara y sin partículas en suspensión. Se tomarán las medidas necesarias para que la descarga de agua utilizada cumpla con la normatividad.

La longitud del tramo a probar dependerá del perfil del terreno, de la necesidad de evitar presiones excesivas en los puntos bajos y de los materiales empleados para la construcción del tramo.

Todos los elementos auxiliares necesarios para la prueba (accesorios como tuercas unión, mangueras flexibles, etc.) deberán ser de una capacidad de resistencia mayor que la presión de prueba especificada.

La presión de prueba se mantendrá en el punto más alto del tramo y cuando sea necesario se utilizará un manómetro para garantizar tal circunstancia.

Durante la presurización de la tubería, se realizará un seguimiento de la presión para asegurar que no se sobrepasará la presión máxima recomendada por el fabricante.

Durante el llenado con agua, se realizará el seguimiento del proceso para asegurar que no quedaran puntos altos con aire atrapado.

El sistema empleado para llenar el tramo de prueba proporcionará un flujo continuo y uniforme.

Al alcanzar la presión de prueba especificada, se aislará el tramo de prueba de la fuente de presión. Después de dejarlo el tiempo necesario para estabilizar la presión y la temperatura, se anotará en el gráfico la hora de inicio, la fecha y la identificación de la obra, firmando el supervisor de obra, el técnico representante de la contratista y el representante de la unidad verificadora. Los accesorios especiales contarán con una gráfica de la prueba de hermeticidad.

Durante la prueba se registrará continuamente la presión y la temperatura del fluido de prueba, se instalará un termopozo para tener lecturas confiables de la temperatura del fluido.

Se utilizará un manómetro en el extremo opuesto del llenado para contrastar la presión registrada, teniendo en cuenta la diferencia de cota entre ambos extremos de tubería.

Eliminación del fluido de prueba

Se deberá asegurar que la descarga del fluido de prueba se encuentre limpia y libre de contaminantes.

Informe de la prueba

Al término de la prueba si los resultados son satisfactorios, el supervisor de obra y la unidad de verificación elaborarán un informe de prueba para la redacción del Certificado Final de Obra.

Validación de los datos obtenidos en la prueba de hermeticidad

Prueba conjunta de resistencia y hermeticidad

El resultado de la prueba se aceptará cuando el valor registrado de la presión sea constante respecto al valor inicial, en las mismas condiciones de temperatura.

Detección de fugas

Cuando el registro impreso muestre una disminución progresiva de la presión de prueba con el tiempo y se compruebe que esta disminución no es debida a variaciones de temperatura del fluido de prueba, se considerará que el resultado de la misma no fue satisfactorio y se procederá a detectar los posibles puntos de fuga como se indica a continuación:

a) Manteniendo la presión de prueba en la canalización, el supervisor de Naturgy México, S.A. de C.V. dará las instrucciones oportunas para que se aplique una solución jabonosa a la totalidad de las uniones mecánicas, si existen.

b) En el caso de que con la comprobación anterior no se detecte la ubicación del posible punto de fuga, se procederá a despresurizar y a seccionar la canalización por su punto medio, a colocar las instalaciones de prueba necesarias en los extremos y a efectuar una prueba de hermeticidad comprimiendo cada una de las canalizaciones salvo que exista más de una fuga, lo normal es que una de las dos secciones arroje resultado positivo y el otro negativo. Se repetirá el proceso descrito con el tramo de tubería correspondiente a este último supuesto, tantas veces como sea necesario hasta encontrar el punto exacto de la fuga.

Como alternativa al procedimiento anterior podrán introducirse gases trazadores en la canalización, para efectuar el posterior seguimiento con un equipo detector adecuado.

a) Una vez detectada y corregida la fuga, deberá procederse a la repetición del proceso de preparación y ejecución de la prueba de acuerdo con la sistemática descrita anteriormente (poner diablos en vez de pistones).

II.9.2. Operaciones de purgado y puesta en servicio

Antes de la operación de purgado y puesta en servicio, el personal de Servicios Técnicos contará con la documentación establecida en el procedimiento preparación y ejecución de actuadores en el sistema de distribución.

Una vez concluida la prueba de hermeticidad, se purgará la línea hasta alcanzar una presión de 4.1 bar. Se mantendrá la línea presurizada a esta condición hasta el momento en que el personal de Servicios Técnicos inicie los trabajos anteriores al purgado y puesta en servicio. Se efectuará el secado de la tubería utilizando aire.

Cuando para la limpieza o secado de las canalizaciones sea necesario emplear fluidos tóxicos, inflamables o peligrosos se adoptarán las medidas precautorias establecidas en la ficha de seguridad del producto, a fin de evitar riesgos específicos a la propia instalación, personas o propiedades ajenas.

Cuando se efectúe el llenado de gas natural en la tubería, se realizará de manera que evite la formación de mezclas aire-gas comprendidas entre los límites de inflamabilidad del gas. Para ello la introducción del gas en la extremidad de la canalización se efectuará a una velocidad que reduzca el riesgo de mezcla inflamable en la zona de contacto o se separen ambos fluidos con un tapón o colchón de gas inerte o pistón de purga (obligatorio).

Solamente se pondrá en servicio las secciones de tubería que pasen satisfactoriamente la prueba de presión.

Purgado

En la puesta en servicio de tramos de tubería, se empleará el purgado directo o indirecto.

Durante las operaciones de purgado:

- Se instalará y se mantendrá una conexión eléctrica entre cualquier parte metálica de la tubería relacionada con el purgado, además de ser puesta a tierra.
- Se deberá prohibir fumar, y encender otras fuentes de ignición cerca de los puntos de venteo, además se instalarán señales de advertencia.
- Se dotará de protecciones para los oídos.
- Se colocarán extintores al alcance para su empleo.
- Se dotará de suficientes equipos de protección respiratoria en la obra.
- El personal que permanezca próximo a la zona de trabajo, portará ropa adecuada para prevenir los efectos de eventuales proyecciones de partículas.
- Se mantendrá comunicación adecuada entre los operarios durante la obra.
- Una vez iniciada la prueba de purga no se interrumpirá.
- Se tomarán precauciones necesarias para asegurar que los volúmenes de gas inerte liberados no causaran asfixia.
- La velocidad de purgado será la suficiente para evitar la estratificación.

El proceso de purgado finalizará cuando en el punto de muestreo del venteo se pueda medir una concentración de gas aceptable y segura. Se emplearán instrumentos que medirán la concentración de gas en volumen y la concentración de oxígeno.

Puesta en servicio

Antes de la puesta en servicio, el tramo completo de la tubería se mantendrá a presión atmosférica, y se comprobará que no salga gas, o mezcla de gas y aire, o de gas y gas inerte de ningún otro sitio que no sea del venteo.

El venteo se situará en el extremo más alejado del tramo a purgar y se mantendrá vigilado durante toda la operación de purgado. El venteó presentará las siguientes características:

- Ser metálico;
- Descargar verticalmente al aire libre a no menos de 2,5 m sobre el nivel del suelo;
- Estar situado a una distancia segura de cualquier posible punto de ignición;
- Estar situado en un lugar donde el gas no pueda penetrar en edificios;
- Incluir una válvula de control de paso total y un punto de toma de muestras;
- Estar desprovisto de mata chispa (extintor de llama); sin embargo, cuando este elemento sea necesario, deberá tenerse en cuenta la restricción resultante en la velocidad de salida del gas.

El venteo se controlará mediante el flujo de gas durante el purgado. Una vez purgado, el tramo de tubería se pondrá a la presión de operación en condiciones controladas.

II.9.3. Informe del resultado de las pruebas de hermeticidad, purgado y puesta en servicio

Una vez finalizadas las pruebas de hermeticidad con resultado positivo, así como el purgado y puesta en servicio de la nueva canalización o acometida, el jefe de Construcción del contratista procederá a suscribir el Certificado Final de Obra.

Dicho certificado quedará en poder de Naturgy México, S.A. de C.V. antes de quince días contados desde que finalice con éxito las pruebas de hermeticidad.

El citado certificado constará de lo siguiente:

a. Nombre de la Empresa Distribuidora.
b. Datos del profesional que certifica por parte de la unidad de verificación.
c. Datos necesarios para la identificación de la canalización, o de la acometida, en su caso: localización y descripción de la misma.
d. Breve descripción de la obra realizada indicando la presión de diseño del sistema (PD), Presión máxima de operación (MPOP) y los materiales instalados (longitud, diámetro, etc.).
e. Fechas de las pruebas.
f. Descripción del método de prueba.
g. Descripción y precisión de los equipos de medición y control utilizados, indicando la fecha de la última calibración.
h. Presión o presiones de prueba.
i. Fluidos de prueba, con certificados de calidad.

j. Duración o duraciones de la prueba.

k. Resultados de las pruebas.

l. Reglamentación de referencia

m. Firma del jefe de construcción y del supervisor de Naturgy México, S.A. de C.V.

II.10. Procedimientos de seguridad

Durante la operación del proyecto, se aplicarán los siguientes procedimientos con el fin de mantener en buen estado del sistema de distribución y con esto disminuir o anular los riesgos de accidentes:

II.10.1. Procedimiento de mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares

Este procedimiento tiene por objetivo definir el alcance del mantenimiento preventivo y correctivo de las redes de distribución de gas, sus acometidas y elementos auxiliares pertenecientes a Naturgy México, S.A. de C.V. con la finalidad de:

- Establecer las acciones de mantenimiento necesarias, para lograr el grado óptimo de funcionamiento y seguridad en todas las instalaciones de la red de distribución.
- Cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Ductos, y sus apéndices, odorización del gas natural; control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas; monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y la normativa técnica de Naturgy México, S.A. de C.V. en lo relativo al mantenimiento.

El procedimiento incluye los planes que se describen a continuación y que se anexa al presente estudio para mayor detalle (**ANEXO 2.3**).

II.10.1.1. Plan de mantenimiento

El objetivo del plan es establecer las operaciones a realizar para asegurar el correcto funcionamiento de la red de distribución de gas natural. Dichas operaciones se dividen en función de su alcance y frecuencia, en vigilancia y monitoreo de la red.

El plan incluye la operación de vigilancia (celaje) tiene por objeto comprobar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir negativamente en su seguridad o en las condiciones de su señalización. Así mismo la comprobación de que las instalaciones auxiliares asociadas a la red se encuentran en buen estado en cuanto a su infraestructura.

En el ejercicio de esta operación de mantenimiento, se prestará especial atención al estado de los tramos aéreos, entubamientos e indicadores de la traza de la red.

II.10.1.2. Plan de monitoreo de la red (control de estanqueidad)

El monitoreo de red es el conjunto de tareas realizadas por personal calificado, dotado de la información gráfica pertinente y de los equipos de detección adecuados para investigar y localizar las posibles fugas existentes en las conducciones que componen la red, en acometidas y/o en centros de regulación y medición según se establezca reglamentariamente.

El monitoreo, tiene como finalidad detectar, localizar y clasificar sistemáticamente fugas de gas en la red de distribución y registros de válvulas.

II.10.1.3. Plan de mantenimiento del sistema de protección catódica

Acorde a lo establecido en las NOM-003- ASEA-2016, los Servicios Técnicos (SSTT) en cargados de la operación de la línea de distribución deberán establecer un plan de mantenimiento de las instalaciones de protección catódica de la red de distribución en acero.

II.10.1.4. Capacitación del personal

Cada año se realizará la capacitación del personal involucrado en las actividades de operación, mantenimiento y conservación de los activos del sistema de distribución conforme a los requerimientos específicos del área de Servicios Técnicos responsable en cada Zona de Distribución.

II.11. Plan de Emergencia para la distribución de gas natural

Naturgy establece la actuación de respuesta a emergencias, con base en los riesgos potenciales identificados en el PE.06058 Análisis de Riesgos de Seguridad del Sistema de Distribución de gas y PE.06485 Identificación, evaluación y control de aspectos ambientales, a los que es vulnerable la infraestructura de gas natural, así como las situaciones potenciales derivadas de fenómenos naturales, socio-organizativos y eventos externos.

Naturgy ha establecido la siguiente estructura organizacional para la atención de Avisos de Urgencia que ocurran en la Infraestructura de distribución de gas natural:

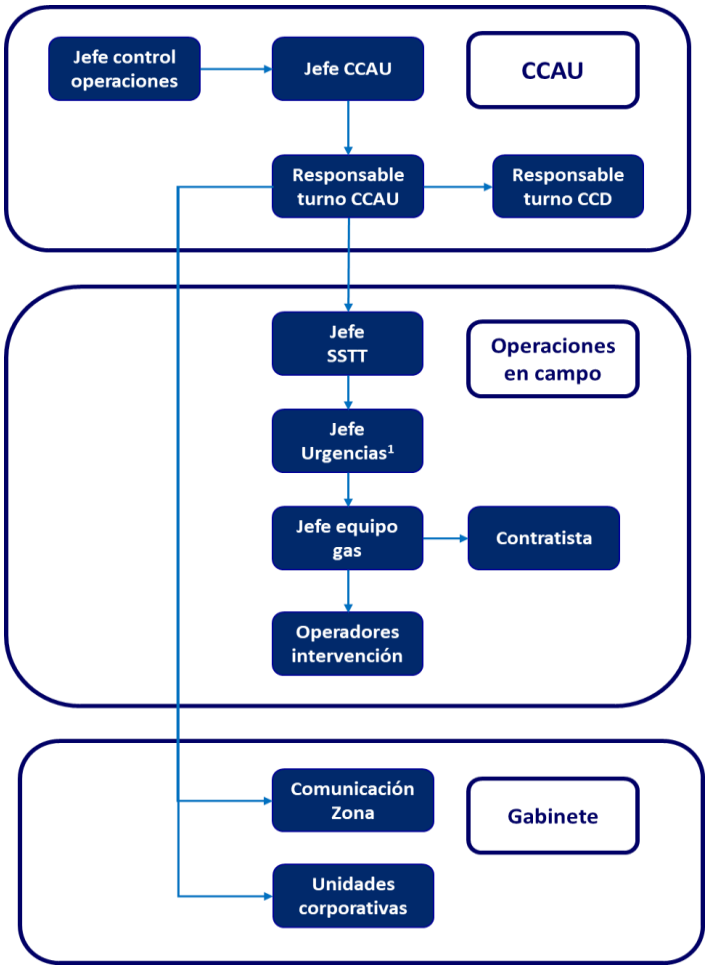


Figura 01. Estructura de atención a emergencia

Complementariamente, los centros de Servicios Técnicos (SSTT) de Naturgy, atienden los Avisos de Urgencia en campo a través de los Equipos de Intervención (EEI).

Los Avisos de Urgencia se reciben en el CCAU por medio de la plataforma telefónica para la atención de urgencias.

Una vez registrados, se asignan a los equipos de intervención situados estratégicamente en el área geográfica para su atención inmediata.

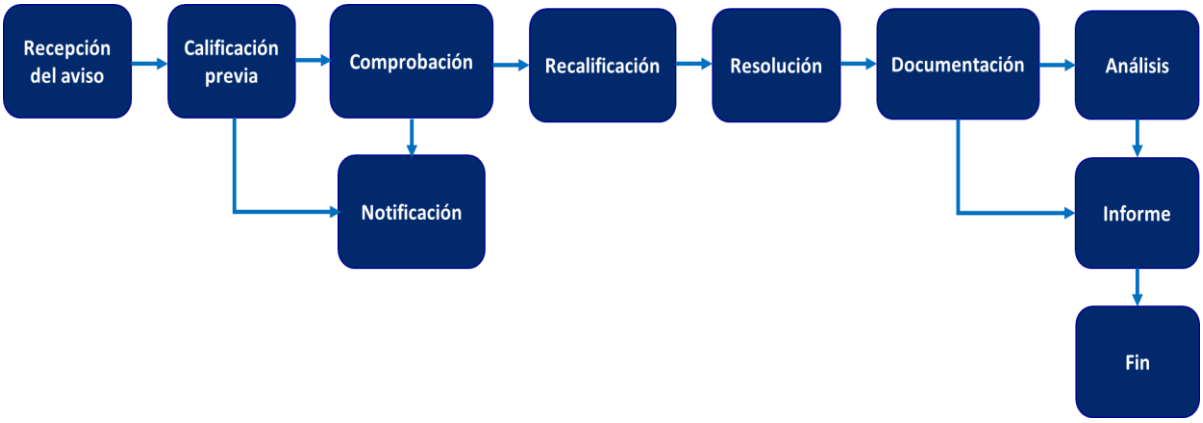
El CCAU y los centros de SSTT disponen de un Sistema de Información Geográfica (ICARO) en el cual está reflejada toda la información relativa a la red de Distribución; entre otros, el trazado y características de la red, ubicación de las estaciones de regulación, válvulas y demás elementos, permitiendo la consulta en pantalla y la extracción de copias en papel, en la escala más conveniente. De igual forma, disponen de medios de comunicación requeridos para la atención de avisos.

El CCD dispone de un sistema para la supervisión y control de la red de Distribución e instalaciones técnicas (SCADA), en el cual, a través de estaciones remotas, pueden detectar las anomalías en tiempo real.

II.11.1. Etapas de una urgencia en la red de distribución

Cada situación de Emergencia reviste casi siempre características particulares, al ser las anomalías posibles, muy diversas en naturaleza, importancia y circunstancias concurrentes. Por tanto, de modo general, en el desarrollo de una Emergencia, la sistemática a seguir para la resolución de la misma se compone de las siguientes fases:

Figura 02. Etapas de la Emergencia



Recepción de avisos

Las llamadas se reciben en el CCAU en el siguiente número telefónico.

Desde cualquier zona geográfica: 800-091-4000

Área Metropolitana de Monterrey: 818-151-4000

Los avisos se reciben las 24 horas del día los 365 días del año en el CCAU, siendo responsabilidad del Operador Telefónico del CCAU, bajo la tutela del responsable de turno del CCAU, la correcta recepción y el registro de los avisos.

El CCAU supervisa la correcta recepción, registro, calificación previa, atención, puesta en seguridad y cierre de los avisos introducidos en el SAU según los criterios descritos en el PE.02051 Gestión de los Avisos de Urgencia por el Centro de Control de Atención de Urgencias.

Cuando la calificación del aviso – previa o en el curso de la atención – es de Emergencia, es el Responsable en Turno del CCAU quien se encarga del seguimiento de la gestión hasta el cierre del mismo.

Todo Aviso de Urgencia recibido en cualquier teléfono de Naturgy en el ámbito de aplicación de este Plan, es transferido de inmediato al CCAU, para lo cual se ha dispuesto una extensión del sistema telefónico corporativo, siendo el número siguiente:

Número de extensión: 4000

Cuando se reciban llamadas en el CESEMEX sobre incidentes que afecten a las instalaciones o red de gas natural, el CESEMEX le transfiere la llamada al CCAU.

Con base en la información recibida, el Operador telefónico del CCAU efectúa la calificación previa del aviso, siguiendo para ello lo indicado en el Apartado 6.4, informando al responsable en turno del CCAU, para que confirme o rectifique la calificación y movilización de equipos para la resolución de la Emergencia.

II.12. Conclusiones del capítulo

La ampliación del sistema de distribución de gas natural que se presenta a través del PROYECTO que se presenta, constituye toda una obra especializada de ingeniería, la cual está basada en normas nacionales como internacionales, incluyendo especificaciones y buenas prácticas de ingeniería, de construcción, de seguridad y de protección ambiental, que hacen de este PROYECTO cuente con las mejores condiciones para llevarse a cabo.

Desde su concepción en la etapa de diseño, hasta su posterior etapa de cierre, desmantelamiento y abandono de sitio, se consideran una serie de procedimientos y actividades que permiten mejorar las condiciones de protección ambiental durante toda la vida útil del PROYECTO:

Las etapas que tendrán una mayor presencia ambiental del PROYECTO serán desde la preparación del sitio y construcción, hasta su cierre, desmantelamiento y abandono, sin embargo, como se pudo apreciar, la construcción se va ejecutando en frentes de obra, de manera puntual, cada 100 metros de tramo de tubería y de manera temporal durante máximo 72 horas de apertura de la zanja. Los procedimientos.

Ahora bien, las condiciones de riesgo ambiental por la actividad altamente riesgosa, se presenta exclusivamente en la etapa de pre arranque y de operación y mantenimiento, pues es la etapa donde el sistema de distribución ya se encuentra presurizado con gas natural.

El resto de las etapas no se vislumbra ningún tipo de escenario de riesgo, pues el ducto no se encuentra presurizado con el gas natural.

Los procedimientos constructivos hacen que la integridad mecánica del ducto se mantenga y se asegure la confiabilidad de la instalación, una vez que entre en operaciones. Esto se lleva a cabo mediante la aplicación de la normativa interna de grupo.

Po otra parte, durante los procedimientos de interconexión de los nuevos tramos del sistema de distribución, se espera la generación de emisiones fugitivas de gas natural, el cual contiene en mayor proporción, gas metano, sin embargo, dada la cantidad mínima de gas natural liberado, no constituye ningún tipo de escenario de riesgo, pues, como se acaba de señalar, la cantidad de gas natural es mínima y de muy corta duración.

Con base en lo anteriormente descrito, se considera que el PROYECTO cuenta con elementos técnicos, de procedimientos, operativos y de protección ambiental adecuados para poder llevarse a cabo, sin generar escenarios de riesgo importantes al ambiente, pues cuenta con diversos controles operacionales y de ingeniería previamente considerados en el PROYECTO, con lo cual, sumadas a las medidas preventivas y correctivas, se podrán mejorar las condiciones de seguridad industrial y de seguridad operativa.

CONTENIDO GENERAL

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO 3

III.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 3

III.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS. 7

III.2.1.1. PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS 8

III.2.1.2. SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. 9

III.2.1.3. SISTEMAS DE TOPOFORMAS 10

III.2.1.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS 11

III.2.1.5. PRECIPITACIÓN 17

III.2.1.6. VIENTOS. 21

III.2.1.7. - GEOLOGÍA Y SUELO 24

III.2.1.8. HIDROLOGÍA 34

III.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS 46

III.2.2.1. VEGETACIÓN. 46

III.2.2.2. FAUNA 51

III.2.3. PERFIL SOCIO- ECONÓMICO 52

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA III. 1 PRECIPITACIÓN SAN LUIS POTOSÍ. 18

TABLA III. 2 DATOS RELATIVOS A LA DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 23

TABLA III. 3 GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ. 29

TABLA III. 4 GEOLOGÍA DE VILLA DE REYES 31

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

FIGURA IV. 1 UBICACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ EN LA REPÚBLICA MEXICANA. 4
FIGURA III. 2 DIVISIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 5
FIGURA III. 3 FISIOGRAFÍA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 8
FIGURA III. 4 PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS PRESENTES EN EL SAR 9
FIGURA IIIB'. 5 SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 10
FIGURA III. 6 SISTEMAS DE TOPOFORMAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO. 11
FIGURA III. 7 CLIMAS DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 12
FIGURA III. 8 DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DE SAN LUIS POTOSÍ 13
FIGURA III. 9 CLIMA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 14
FIGURA III. 10 CLIMA DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ. 15
FIGURA IV. 11 CLIMA DEL MUNICIPIO DE VLIIA DE REYES. 16
FIGURA III. 11 CLIMAS DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO 17
FIGURA III. 12 MAPA DE PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 19
FIGURA III. 13 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 20
FIGURA IV. 15 PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN MM DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ 21
FIGURA IV. 16 ESTACIONES Y PARÁMETROS DE LA RED DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE SAN LUIS POTOSÍ 22
FIGURA III. 17 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 22
FIGURA IV. 18 DIRECCIÓN DEL VIENTO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 24
FIGURA III. 19 MAPA DE GEOLOGÍA Y SUELOS DE SAN LUIS POTOSÍ 25
FIGURA III. 20 MAPA DE GEOLOGÍA DE SAN LUIS POTOSÍ 28
FIGURA III. 21 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DE SAN LUIS POTOSÍ 28
FIGURA III. 22 MAPA DE GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 29
FIGURA IV. 23 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 30
FIGURA III. 24 MAPA DE GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE VILLA DE REYES 31
FIGURA III. 25 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DEL MUNICIPIO DE VILLA DE REYES 32
FIGURA III. 26 GEOLOGÍA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO 33
FIGURA III. 27 EDAFOLOGÍA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO 34
FIGURA III. 28 MAPA DE HIDROLOGÍA DE SAN LUIS POTOSÍ. 42
FIGURA III. 29 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DE SAN LUIS POTOSÍ 43
FIGURA III. 30 CUENCA HIDROGRÁFICA DENTRO DE SISTEMA AMBIENTAL 44
FIGURA III. 31 SUBCUENCAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 44
FIGURA IV. 32 HIDROGRAFÍA PRESENTE DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 45
FIGURA III. 33 ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 46
FIGURA III. 34 MAPA DE AGRICULTURA Y VEGETACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 47
FIGURA III. 35 MAPA DE VEGETACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 49
FIGURA III. 36 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EXÍSTETE DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 50
FIGURA III. 37 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTE DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA 51

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

III.1. Delimitación del área de estudio.

Considerando que para el estado de San Luis Potosí no existe un Programa de Ordenamiento Ecológico, decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación, se partió de los criterios mencionados en la guía del presente estudio.

a) Se consideraron las dimensiones del proyecto, tipo de y distribución de las obras y actividades desarrolladas, factores sociales (poblados cercanos), usos de suelo permitidos por los planes de desarrollo urbano así como el tipo de conservación altamente modificado, considerando que el proyecto se desarrolla en el área urbana y conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el municipio de Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes.

Por lo anterior, el área en la que se desarrolla el proyecto para el Sistema de Distribución para la Ciudad de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes se aloja en los Municipios de San Luis Potosí; Soledad de Graciano Sánchez, y Villa de Reyes, Estado de San Luis Potosí, específicamente en la zona conurbada de la ciudad de dichos municipios, razón por la cual para el presente estudio de descripción ambiental se propuso como área de influencia de estudio, la zona conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el municipio de Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes., específicamente se delimito a las calles por donde se instaló la tubería de gas natural y cuya lista se presentó en la memoria técnico descriptiva señalada en el capítulo II del presente estudio.

Asimismo, el proyecto consiste en la operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural en la zona conurbada de San Luis Potosí, el radio de máxima afectación según los escenarios de riesgo por fuga de gas natural por ruptura total del ducto de mayor diámetro (24 pulgadas) por golpe de excavación por maquinaria industrial que de acuerdo a las modelaciones realizadas fue en el área de amortiguamiento de 814.6 metros. Es decir, cualquier escenario de riesgo no saldrá de los límites de la zona conurbada de San Luis Potosí.

Finalmente se decidió utilizar como criterio de delimitación del Sistema Ambiental y/o área de influencia de estudio el límite de la zona conurbada de San Luis Potosí. Por lo anterior el Área de influencia de estudio específicamente se delimitó como las calles por donde se instaló la tubería de gas natural y cuya lista se presentó en la Memoria Técnico Descriptiva señalada en el Capítulo II de esta manifestación de impacto ambiental.

Para lo anterior, se realizará un análisis de lo general a lo particular partiendo del estado de San Luis Potosí para continuar con los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, y Villa de Reyes.

III.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

El Estado de San Luis Potosí se localiza en la porción centro oriental de la República Mexicana y se sitúa entre las coordenadas extremas 21°09 48 a 24°31 37 de la latitud norte, así como 98°20 34 a 102°17 13 de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Cuenta con una superficie de 63,778 km2 la cual representa el 3.1% de la superficie del País y está conformado por 58 Municipios.

Figura IV. 1 Ubicación del Estado de San Luis Potosí en la República Mexicana.

En las siguientes imágenes se muestra la localización de los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes y la localización del Sistema de Distribución en carta topográfica.

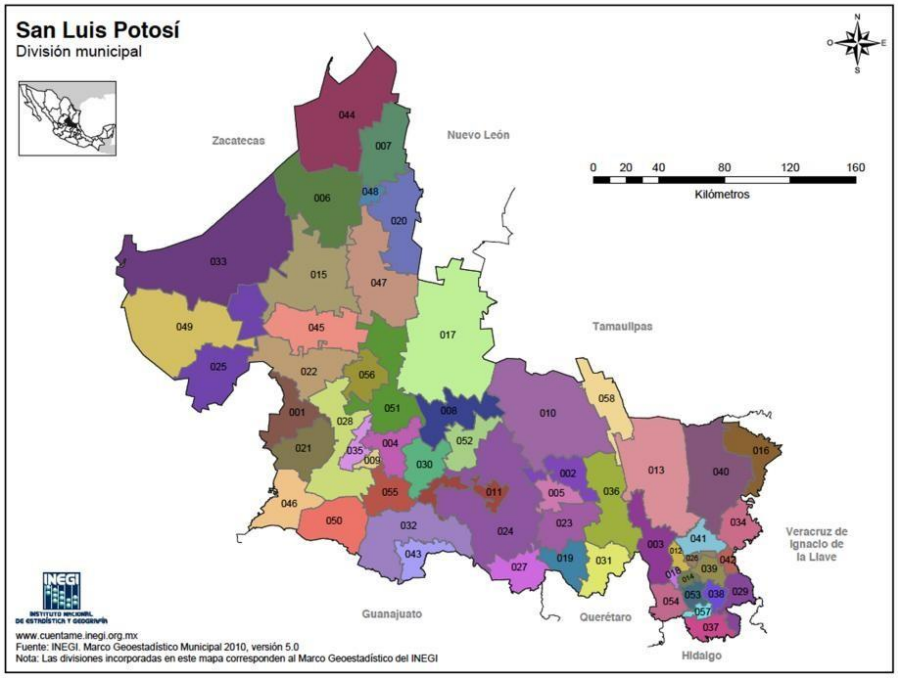


Figura III. 2 División Política del Estado de San Luis Potosí

San Luis Potosí

División municipal

001 Ahualulco
002 Alaquines
003 Aquismón
004 Armadillo de los Infante
005 Cárdenas
006 Catorce
007 Cedral
008 Cerritos
009 Cerro de San Pedro
010 Ciudad del Maíz
011 Ciudad Fernández
012 Tancanhuitz
013 Ciudad Valles
014 Coxcatlán
015 Charcas
016 Ebano
017 Guadalcázar
018 Huehuetlán
019 Lagunillas
020 Matehuala
021 Mexquitic de Carmona
022 Moctezuma
023 Rayón
024 Rioverde
025 Salinas
026 San Antonio
027 San Ciro de Acosta
028 San Luis Potosí
029 San Martín Chalchicuautla
030 San Nicolás Tolentino
031 Santa Catarina
032 Santa María del Río
033 Santo Domingo
034 San Vicente Tancuayalab
035 Soledad de Graciano Sánchez
036 Tamasopo
037 Tamazunchale
038 Tampacán
039 Tampamolón Corona
040 Tamuín
041 Tanlajás
042 Tanquián de Escobedo
043 Tierra Nueva
044 Vanegas
045 Venado
046 Villa de Arriaga
047 Villa de Guadalupe
048 Villa de la Paz
049 Villa de Ramos
050 Villa de Reyes
051 Villa Hidalgo
052 Villa Juárez
053 Axtla de Terrazas
054 Xilitla
055 Zaragoza
056 Villa de Arista
057 Matlapa
058 El Naranjo

INEGI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

www.cuentame.inegi.org.mx
Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 5.0
Nota: Las divisiones incorporadas en este mapa corresponden al Marco Geoestadístico del INEGI

III.2.1. Aspectos abióticos.

La zona geográfica definida por estas delimitaciones cuenta con elementos de Infraestructura como son: carreteras, línea ferroviaria, líneas de alta tensión y gasoductos, así como una ubicación estratégica que permite el desarrollo del presente motivo de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

El Estado comparte tres grandes provincias fisiográficas de México, las cuales son: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte y Mesa del Centro, derivado de que la Sierra Madre Oriental atraviesa el territorio estatal de noroeste a sureste, a lo cual se suma el que se presenta una división orográfica significativa en su parte central, la cual conforma una Región de valles y lomeríos. Además, el Estado se encuentra muy cercano al Golfo de México y en la latitud del Trópico de Cáncer, lo cual se traduce en que su territorio presente muy variadas condiciones de altitud, que oscilan desde prácticamente el nivel del mar hasta más de 3000 metros sobre el mismo, así como a las consecuentes variaciones en las condiciones climáticas de su territorio en términos de precipitación pluvial, humedad relativa, ventilación natural, temperaturas y la capacidad de retención de humedad del suelo y la atmósfera.

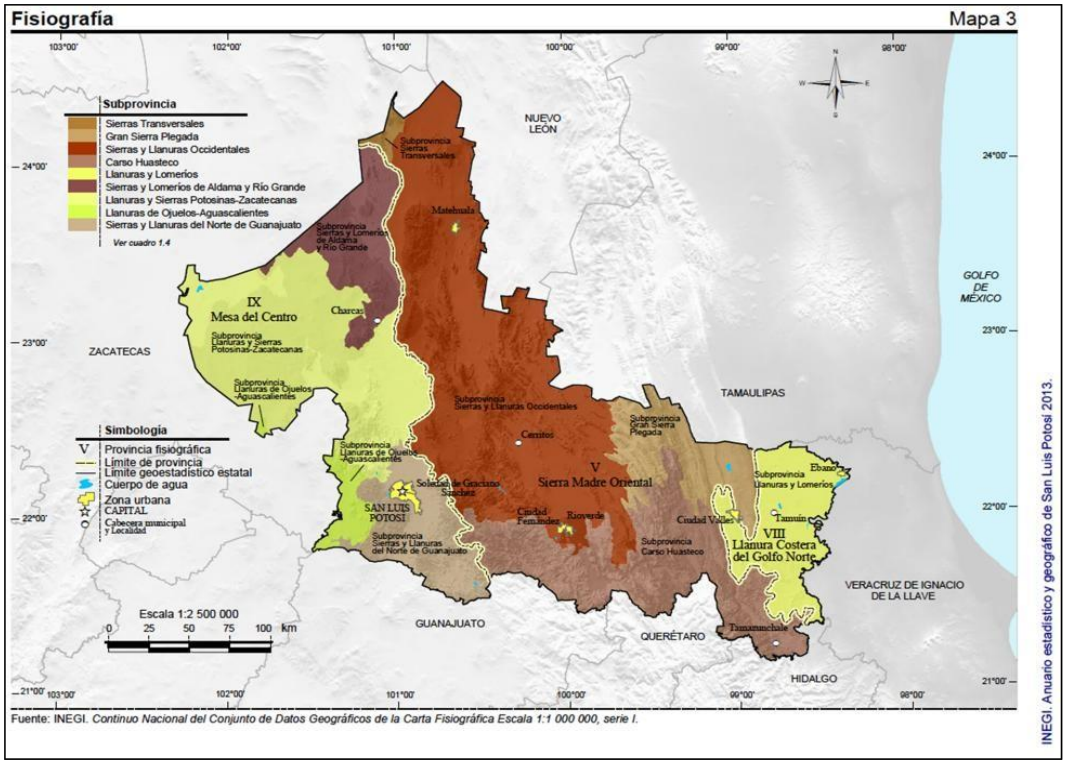


Figura III. 3 Fisiografía del estado de San Luis Potosí

III.2.1.1. Provincias fisiográficas

El Estado de San Luis Potosí tiene como provincias Mesa del Centro ubicada a lo largo de San Luis Potosí y Zonas aledañas y la provincia de la Sierra Madre Oriental extendida en el Municipio el Cerro de San Pedro. Cabe señalar que el área definida como SAR incide dentro de la Provincia fisiográfica Mesa del Centro la cual se describe a continuación.

Mesa del Centro: La Mesa Central es una provincia fisiográfica caracterizada por ser una región elevada que internamente puede subdividirse en dos regiones. La región sur tiene cotas que se encuentran por encima de los 2 000 msnm, con excepción del valle de Aguascalientes, es una zona montañosa cubierta en su mayor parte por rocas volcánicas cenozoicas. La región norte, que es de mayor extensión, muestra un estado de erosión más avanzado que la región sur, tiene grandes cuencas continentales rellenas de sedimentos aluviales y lacustres, y presenta cotas por debajo de los 2 000 msnm. El límite norte de la Mesa Central lo constituye el Sector Transversal de Parras de la Sierra Madre Oriental. Los otros tres límites, este, oeste y sur están formados por sistemas de fallas regionales en los que se ha documentado actividad cenozoica. El límite este lo forma el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende cuya edad de actividad varía de norte a sur de Oligoceno en la región central (San Luis Potosí) a Mioceno hacia el límite sur (San Miguel de Allende). El límite sur

lo forma la falla del Bajío cuya actividad documentada abarca del Oligoceno al Mioceno medio, al igual que el graben de Aguascalientes que constituye la parte sur del límite poniente de la Mesa Central. Hay una gran estructura que constituye el límite de las regiones norte y sur de la Mesa Central y buena parte de su límite occidental. Ese gran sistema de fallas denominado San Luis–Tepehuanes muestra evidencias de actividad durante el Eoceno y Oligoceno, y se puede documentar actividad Plioceno-cuaternaria solamente en su porción NW

A continuación podemos observar la incidencia del Sistema ambiental regional, area de influencia y área del proyecto con las provincias fisiográficas.

Figura III. 4 Provincias fisiográficas presentes en el SAR

III.2.1.2. Subprovincias fisiográficas

Las Subprovincias fisiográficas del Estado de San Luis Potosí, están conformadas por las llanuras de ojuelos-Aguascalientes, las llanuras y sierras Potosino-Zacatecanas, también la sierra y llanuras de Guanajuato, así como sierras y llanuras Occidentales, donde la mayoría están en suelo denominados Feozems, distribuidos en todos los sistemas de topoformas, en las sierras esto es de forma residual, dichos suelos son el sostén de pastizales de tipo natural e inducidos. Las subprovincia fisiográfica que incide con el Sistema ambiental regional son: Llanuras y sierras potosino-zacatecano y Sierras y llanuras del norte de Guanajuato. A continuación, se observa esta incidencia.

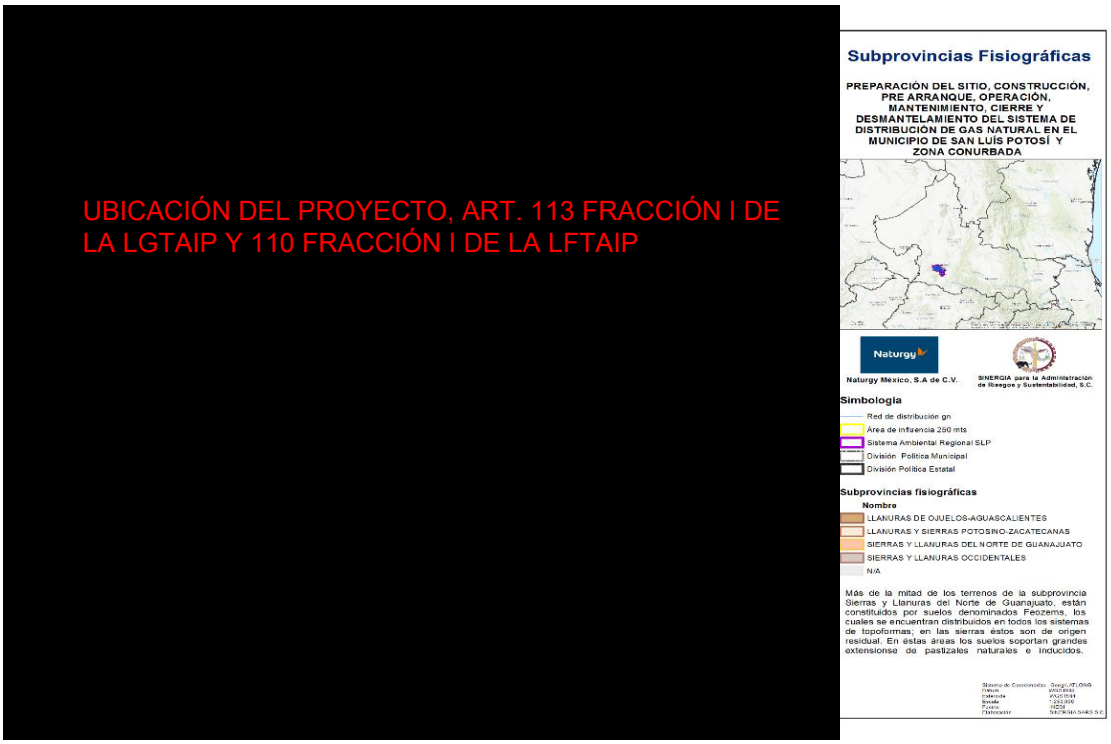


Figura IIIB'. 5 Subprovincias fisiográficas presentes en el sistema ambiental regional.

III.2.1.3. Sistemas de topoformas

En el Estado de San Luis Potosí, están los Sistemas Topoformas clasificados de la siguiente manera: Llanura desértica extendiéndose en los Municipios Gral. Enrique Estrada, San Juanico el Grande y parte de Armona, también se contempla la llanura desértica de piso rocoso o cementado, abarcando el Municipio La Pila, Tres Naciones y Santa Rita, para el caso del sistema topoformas denominado Meseta disectada con cañadas, ubicada en el Municipio Villas del Pedregal y en sistema de Sierra alta escarpada con mesetas, localizadas en el Poblado San Sebastián, todas estos sistemas están en el Área de influencia excepto Meseta disectada con cañadas, pero influyendo en el Sistema Ambiental Regional. lo anterior lo podemos observar en la siguiente figura.

Figura III. 6 Sistemas de topoformas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

III.2.1.4. Características Climáticas

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1981) en el Estado de San Luis Potosí, se observan los tipos de clima que se describen a continuación

En este sentido y de acuerdo a lo reportado por el INEGI, El clima que predomina es el seco y semiseco ya que se presenta en el 71% de la superficie del Estado, el 15% está representado por el clima cálido subhúmedo, localizado en la parte este de la Sierra Madre Oriental, el 10% está representado por clima cálido húmedo, el cual se localiza hacia la Llanura Costera del Golfo, el 2.5% es clima muy seco localizado en la Mesa del Centro y el extremo norte del Estado, el 1.5% es templado subhúmedo y se localiza en las llanuras que se encuentran entre las sierras. También se presenta clima templado húmedo en un área muy reducida hacia el sureste del Estado.

La temperatura media anual del estado es de 21°C, la temperatura mínima promedio es de 8.4°C que se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de 32°C se presenta en el mes de mayo.

Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es alrededor de 950 mm anuales.

La actividad agrícola se realiza principalmente en la zona de la huasteca, donde se presentan los climas cálidos húmedos y subhúmedos, con cultivos como el maíz, cártamo, frijol, cebada, caña de azúcar, naranja, café, limón agrio, tuna y mango.

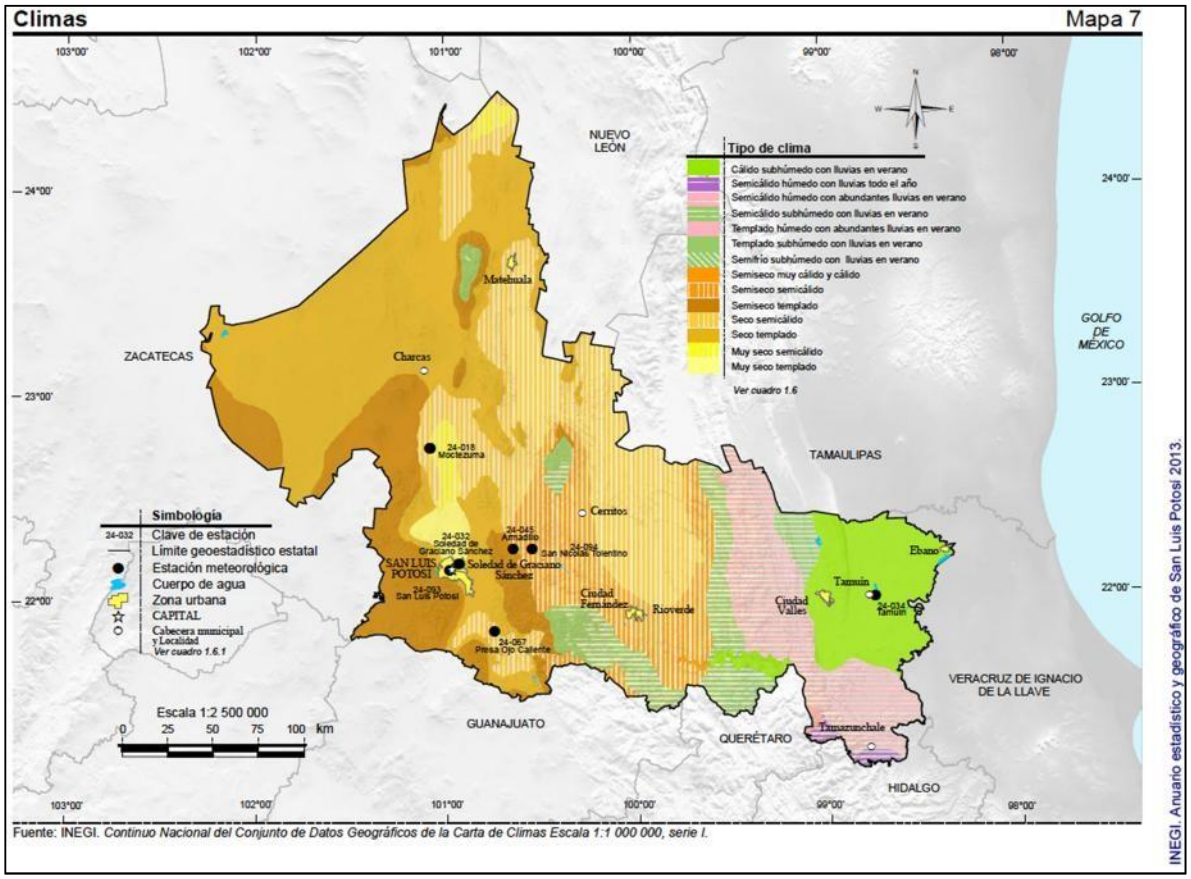
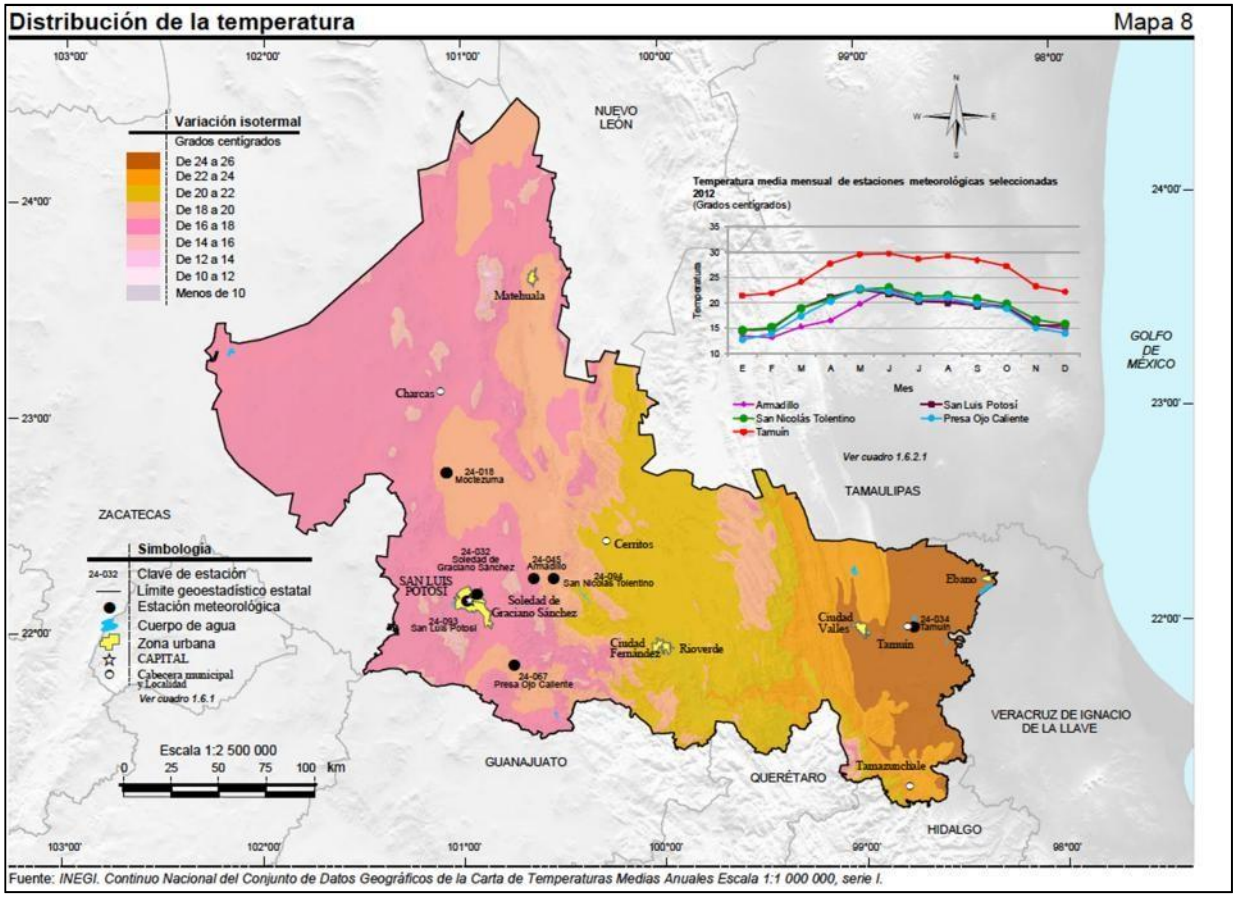


Figura III. 7 Climas del Estado de San Luis Potosí



Fuente: *INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Temperaturas Medias Anuales Escala 1:1 000 000, serie I.*

Figura III. 8 Distribución de temperatura de San Luis Potosí

Clima del municipio de San Luis Potosí.

El clima se encuentra determinado por diversos factores geográficos como el relieve, la altitud y latitud. En el Municipio estos factores ejercen su influencia definiendo un clima que pertenece al grupo de los secos (B), particular al tipo climático BS. Básicamente se registran dos climas: Clima seco templado con verano cálido BS0kw_ (e) g y Clima semiseco templado con verano cálido Bs1kw_(e).

El Municipio se encuentra ubicado en el Altiplanicie Mexicana, la cual tiene dos barreras que impiden que penetre la humedad proveniente de los mares hacia el interior: la Sierra Madre Oriental al este y la Sierra Madre Occidental al oeste; cabe señalar que la primera es la que ejerce mayor influencia en esta zona, ya que es en el Golfo de México es donde los vientos alisios se cargan de humedad.

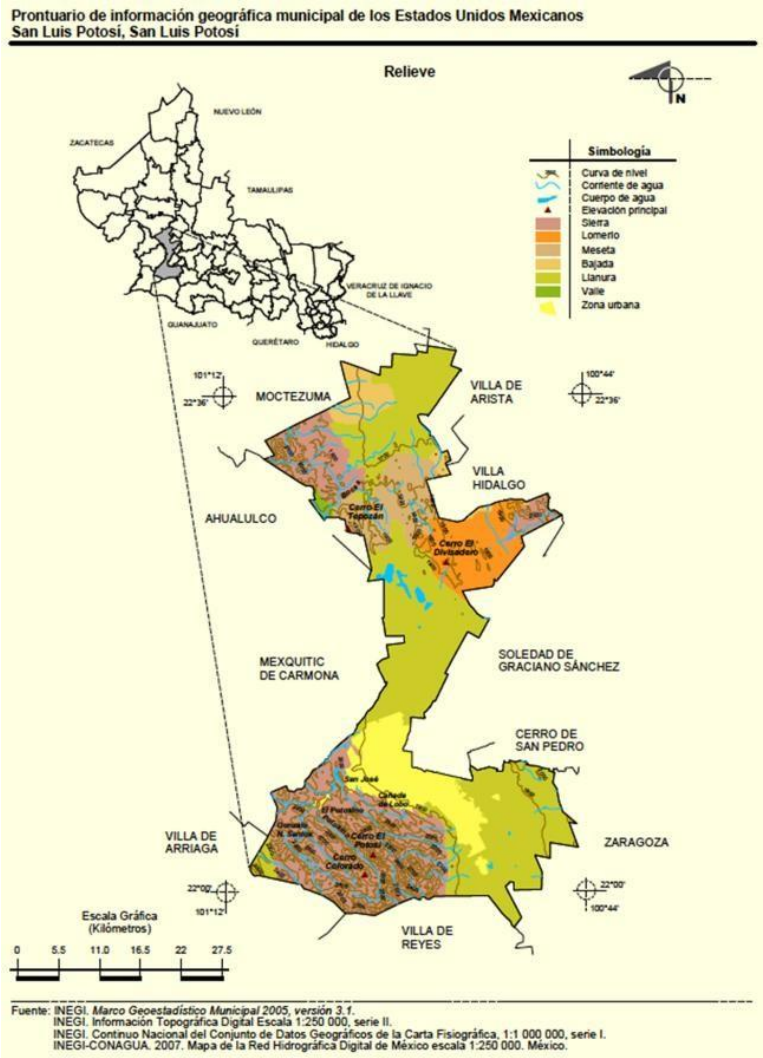


Figura III. 9 Clima del municipio de San Luis Potosí

Clima del municipio Soledad de Graciano Sánchez

Soledad de Graciano Sánchez se sitúa en zona tropical, continental, alejado y alto en relación al nivel del mar; en una planicie que debido a su ubicación física es poco favorecida por la influencia de la lluvia.

Por ser clima continental, la humedad que proviene del mar es escasa, ya que se encuentra a casi 400 Km. de distancia, por otro lado la sierra madre Oriental, Madre Occidental y Sierra Transversal

impide la llegada de fuertes precipitaciones a la región, con la que la hacen seca. De acuerdo a la altitud, el municipio se encuentra en zona cálida su altitud es de 1850 m. SNM; y su temperatura media es templada, las lluvias son escasas e irregulares, normalmente se concentran a finales de mayo y hasta mediados de octubre.

Hay dos estaciones principales bien definidas durante el año, el periodo invernal y el periodo estival. Predomina el clima seco templado con una franja al suroeste de clima semi seco templado, la temperatura media anual es de 17.1°C, la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frio es de noviembre a febrero.

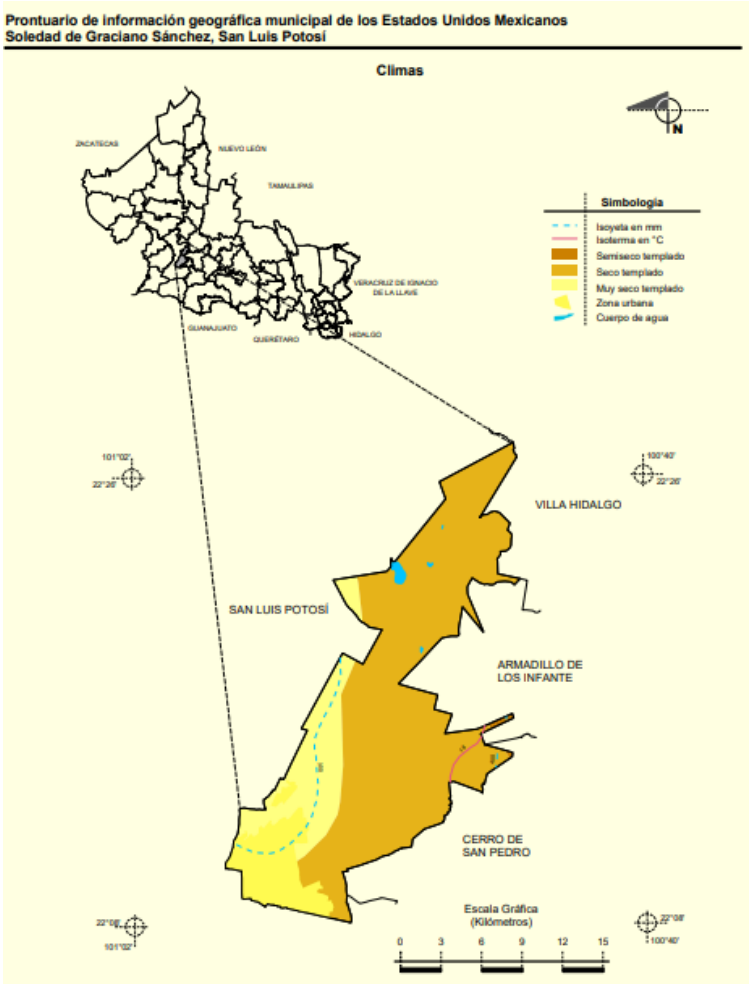
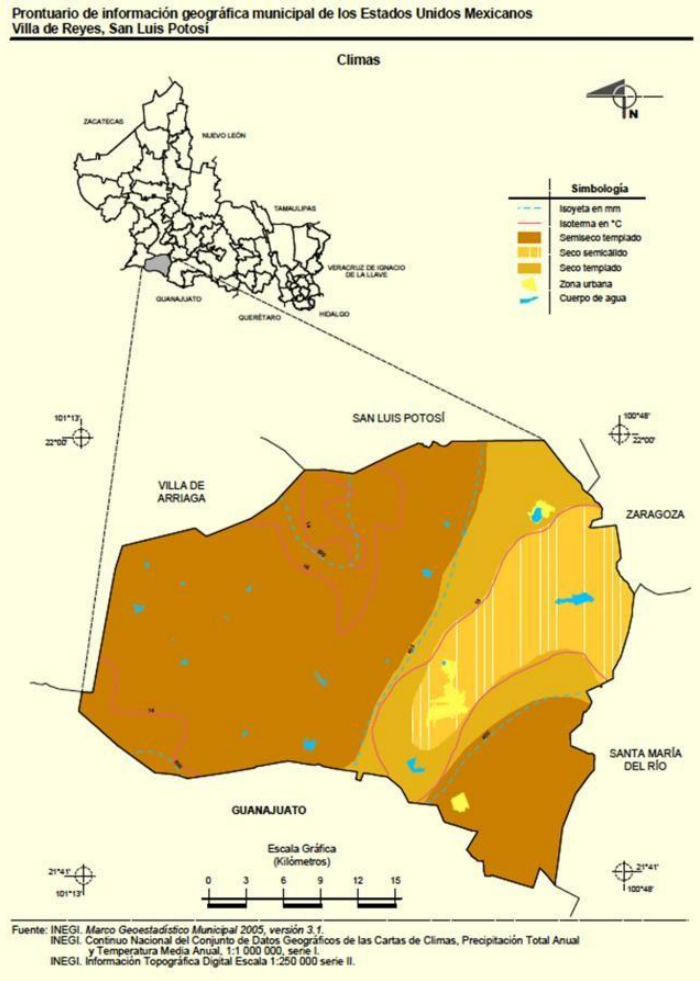


Figura III. 10 Clima del municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Clima del municipio de Villa de Reyes

Rango de temperatura de 12-20 º C. Clima semiseco templado (67.3%), seco templado (16.4) y seco semicalido (16.3%).

Figura IV. 11 Clima del municipio de Vliia de Reyes.



Conforme lo mencionado anteriormente, el sistema ambiental regional, así como el presente proyecto incide dentro de los climas semiárido templado con una temperatura media que de manera anual es entre los 12o C y 18o C grados centígrados, siendo en meses más cálidos alcanza una temperatura de 22o , el otro clima presente en dicho Estado es árido media que de manera anual es entre los 12o y 18o grados centígrados y en el mes con más frío oscila entre los -3o C y 18o C. Lo anterior lo podemos observar en la siguiente imagen.

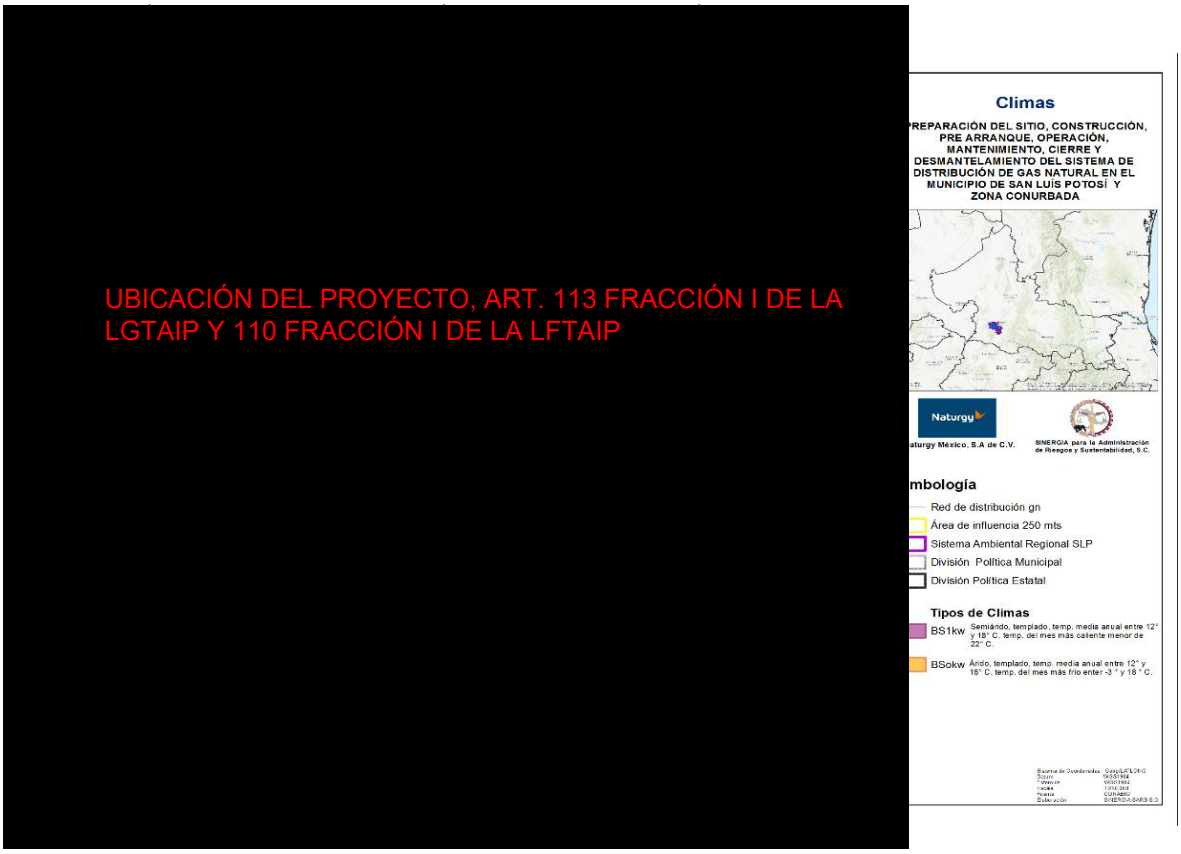


Figura III. 12 Climas dentro del sistema ambiental regional del proyecto

III.2.1.5. Precipitación

La hidrología del estado se nutre de una precipitación pluvial que varía desde unos 410 a más de 2,000 mm anuales, con la principal. poca de lluvias en verano y otra de menor importancia en invierno, que generan corrientes intermitentes en la mayor parte de la entidad y corrientes perennes en la región oriental y suroriental.

En un periodo de 10 años, la precipitación máxima del mes en 24 horas se ubica en julio con un valor de 236.4 mm. A continuación se presentan los datos recabados por el Sistema Meteorológico Nacional para el Municipio de San Luis Potosí.

Tabla III. 1 Precipitación San Luis Potosí

Estado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal Estándar	15.0	7.3	8.3	23.0	40.8	67.3	60.8	58.2	51.9	29.7	9.6	13.2	**385.3**
Máxima mensual	71.9	36.8	51.5	96.0	103.6	167.5	236.4	143.3	140.0	115.3	70.5	103.7	**236.4**
Año de máxima	1966	1965	1967	1986	1987	1970	1976	1988	1967	1990	1964	1979	**1976**
PER/QUINTIL 1	.2	.0	.0	1.0	10.9	28.4	13.2	15.6	16.6	3.7	.7	.6	
PER/QUINTIL 2	3.6	1.5	.0	8.7	21.3	46.4	39.1	42.9	39.0	15.8	3.6	3.7	
PER/QUINTIL 3	10.5	3.5	3.0	23.1	47.8	77.6	72.0	68.0	51.9	34.5	7.2	11.0	
PER/QUINTIL 4	27.5	15.2	11.8	43.7	68.2	103.0	83.3	92.8	70.7	50.0	15.2	21.4	
PER/QUINTIL 5	71.9	36.8	51.5	96.0	103.6	167.5	236.4	143.3	140.0	115.3	70.5	103.7	
Años con datos	**25**	**24**	**29**	**26**	**28**	**27**	**29**	**29**	**25**	**28**	**29**	**26**	

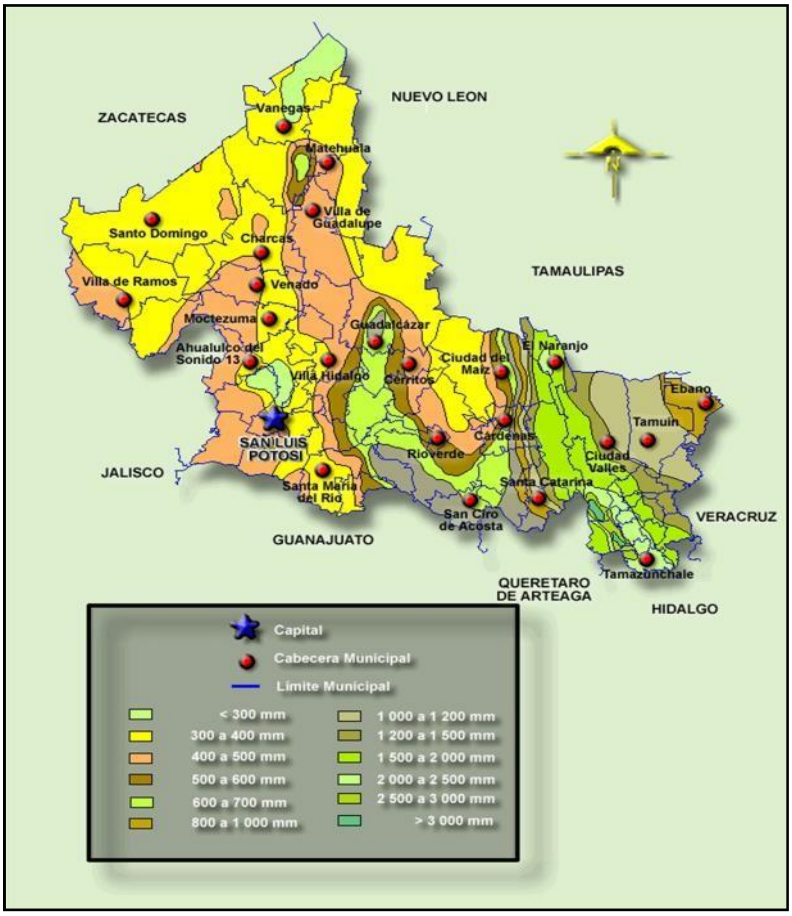
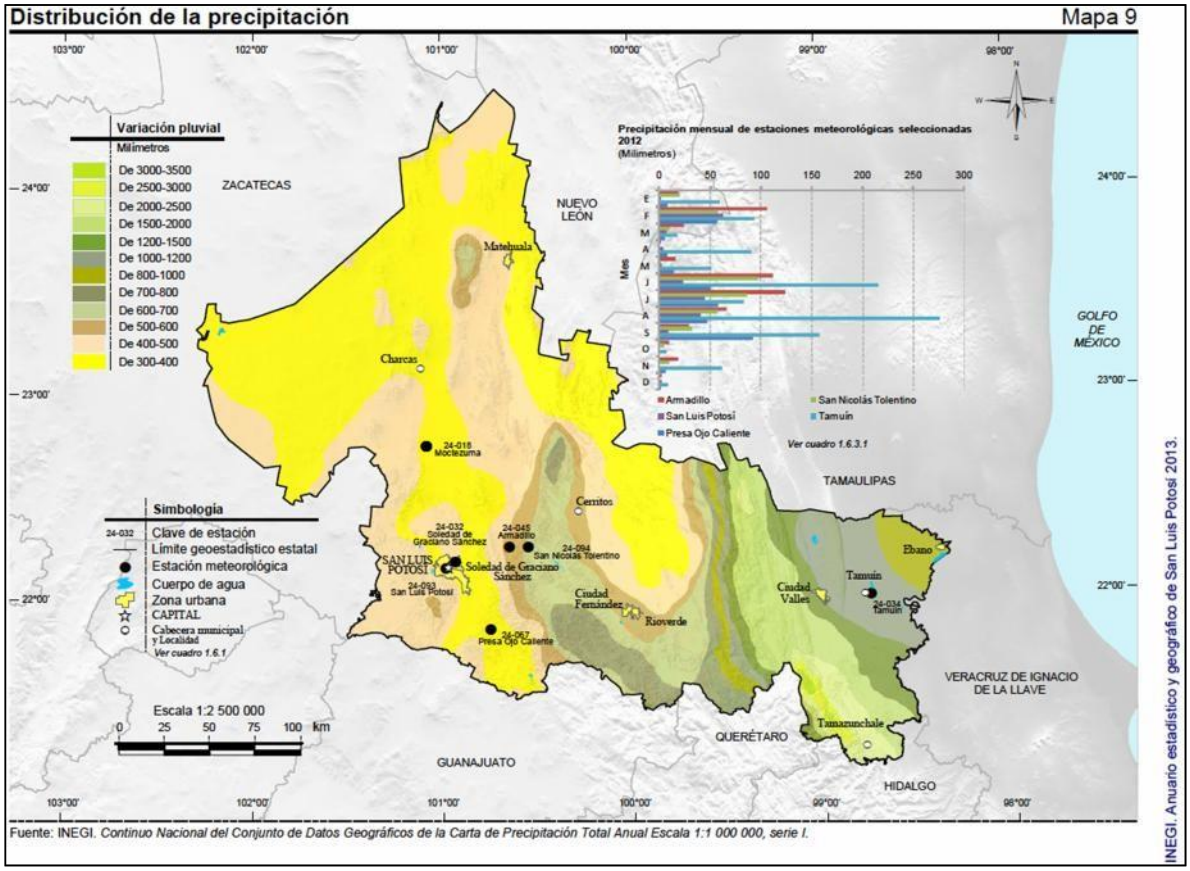


Figura III. 13 Mapa de Precipitación de San Luis Potosí



Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Precipitación Total Anual Escala 1:1 000 000, serie I.*

Figura III. 14 Distribución de la Precipitación de San Luis Potosí

En el Municipio de San Luis Potosí específicamente, la precipitación pluvial es escasa e irregular. La mayor parte del monto total de la precipitación cae en el periodo comprendido entre los meses de mayo y octubre, siendo la otra mitad del año la época más seca. La irregularidad de la lluvia es muy acentuada no solamente a lo largo del año, sino también de un año a otro, factor muy desfavorable para los organismos vivos en general. Por lo general, tenemos al igual que en el resto de la Meseta Central, tres años de lluvias regulares y cinco o seis de sequía, presentándose casualmente un año de cada once o más años extraordinariamente lluvioso. La precipitación promedio anual de 1979 al 2000 es de 356.9 mm y la precipitación promedio mensual más alta se presentó en el mes de junio con 63.3 mm y la más baja en el mes de marzo con 3.1 mm. No es común que se presente la precipitación en forma de granizo, ya que no se registra más de un día al año con este fenómeno.

La humedad relativa varía a lo largo del año, siendo la mayor en los meses de julio a octubre, en los cuales se registran humedades del 40 al 50%, mientras que febrero es el mes con menor humedad relativa, ya que no alcanza más del 30%.

La precipitación pluvial del municipio de Soledad de Graciano Sánchez es de 362 mm la cual se comporta de la siguiente manera en los mesas del año.

Figura IV. 15 Precipitación Pluvial en mm del municipio de Soledad de Graciano Sánchez

Elementos	Precipitación Pluvial en mm y Temperatura en °C											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
P. pluvial	24.7	2.0	46.1	1.0	40.6	195.7	42.5	49.3	115.5	15.5	0.00	5.0
T. media	11.5	11.8	15.9	18.9	20.1	19.5	18.8	20.3	18.6	18.5	15.0	11.2
T. min	2.0	5.0	7.0	8.0	12.0	12.0	13.0	13.0	12.0	9.0	4.0	5.0
T. max	26.0	27.5	30.0	33.5	33.0	35.0	31.0	30.0	28.0	29.0	27.0	27.0

La precipitación pluvial del municipio de Villa de Reyes es 300 – 600 mm

Por tal motivo el área del proyecto, área de influencia y su Sistema Ambiental Regional, se ubican dentro de un rango similar a los ya comentados dado a que se ubican sobre la misma región.

III.2.1.6. Vientos

Red de Monitoreo Atmosférico de San Luís Potosí

La ciudad de San Luis Potosí cuenta con cuatro estaciones de monitoreo atmosférico, tres fijas y una móvil, mismas que se encuentran equipadas como se señala en la tabla, la estación de monitoreo IPAC, opera desde 2006, la unidad móvil (que opera como fija, en la Facultad de Psicología) a partir de noviembre de 2008, la estación DIF está operando desde 2010, y en 2011 entró en operación la estación BIB, esta última fue adquirida con apoyo del Programa de Egresos de la Federación. El Sistema de Medición de Calidad del Aire se encuentra a cargo del gobierno del estado, a través de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental, SEGAM.

Figura IV. 16 Estaciones y parámetros de la red de monitoreo atmosférico de San Luis Potosí

Estación	Clave	O_3	NO_2	SO_2	CO	PM10	VV	DV	TMP	HR	PP	RS	PB
IPAC	IPAC	■											
DIF	DIF	■	■	■									
Facultad Psicología	UMO		■	■	■	■							
Biblioteca	BIB	■											

La ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico de San Luis Potosí, se puede observar en la siguiente figura.

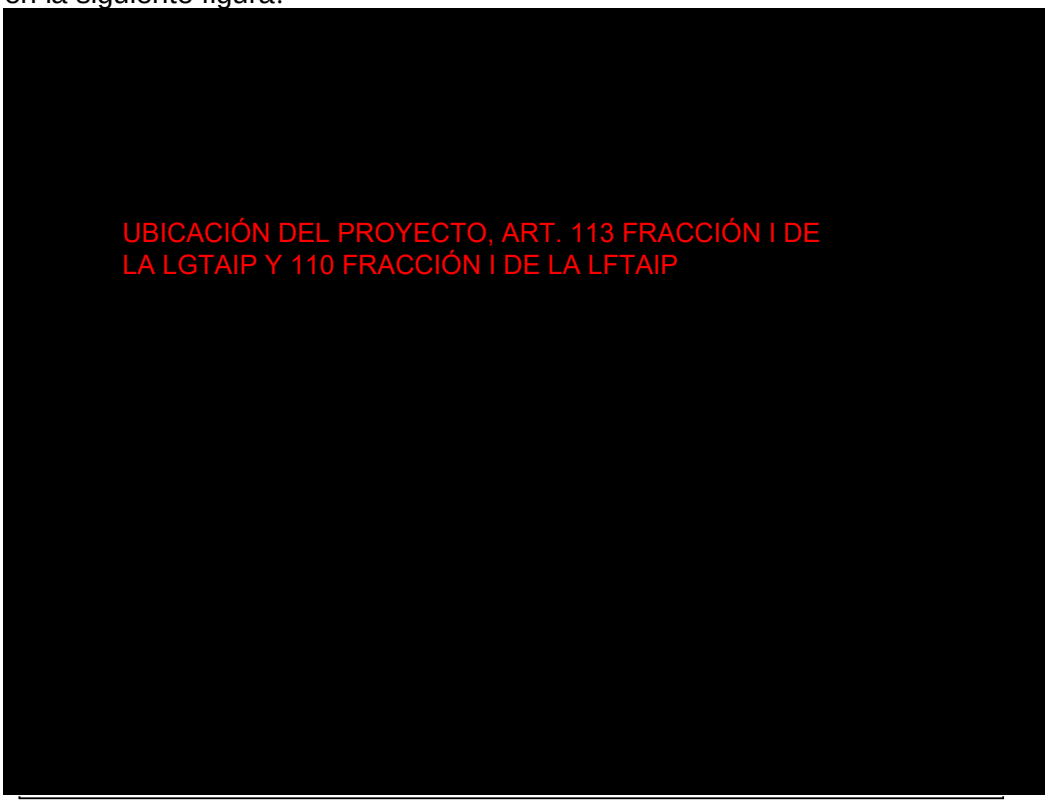


Figura III. 17 Distribución de la Precipitación de San Luis Potosí

Estadísticas basadas de marzo del 2011 a marzo del 2014

Tabla III. 2 Datos relativos a la dirección del viento para el estado de San Luis Potosí

Mes del añio	ene	feb	mar	abr	Mayo	juni	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dominante Dir. del viento	90	247	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	**90**
Propabilidad del viento >= 4 Beaufort (%)	19	22	25	25	25	25	24	27	19	15	13	16	**21**
Promedio Velocidad del viento (km/h)	15	15	17	17	15	15	15	15	15	13	13	13	**13**
Temperatura media del aire (°C)	16	21	22	25	26	25	22	23	22	21	18	18	**21**

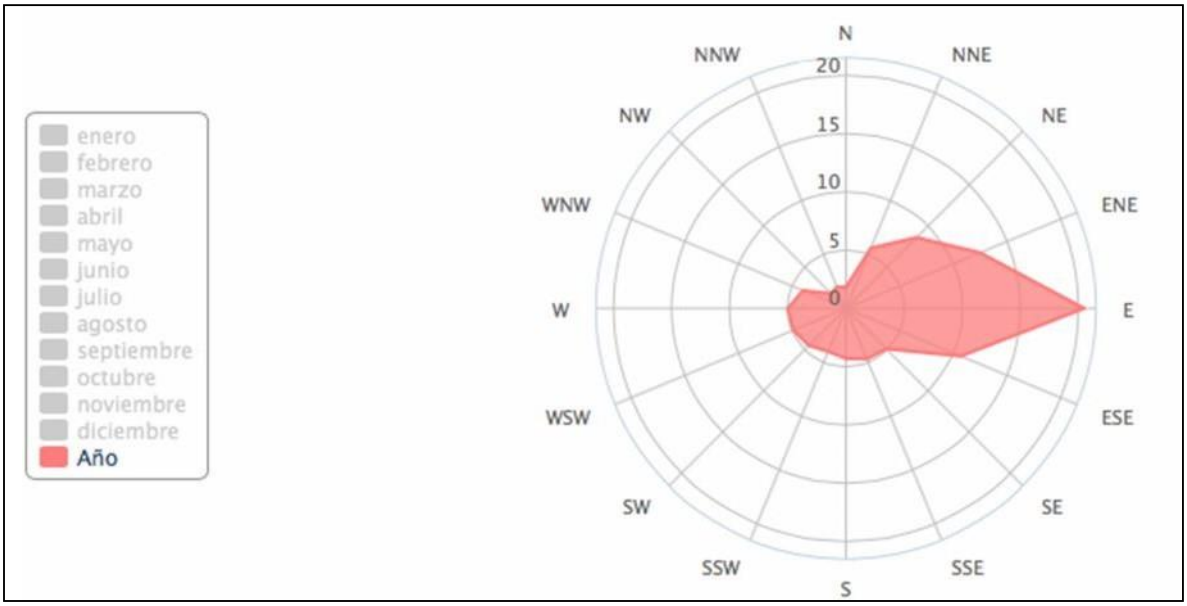


Figura IV. 18 Dirección del viento en el Estado de San Luis Potosí

Vientos del Municipio de San Luis Potosí.

Los vientos dominantes son del este y noreste, aunque también tienen cierta influencia los vientos del suroeste, sobre todo en enero, febrero y marzo, meses en que soplan fuertes vientos provenientes del oeste y suroeste, los cuales transportan grandes cantidades de sedimentos de las áreas desprovistas de vegetación, provocando tolvaneras en todo el territorio municipal

III.2.1.7. - Geología y suelo

En el Municipio San Luis Potosí se localizan formaciones montañosas al norte del municipio, destacando por su altura: cerro Gordo, El Panalillo, El Divisadero, El Cabo y El Coyote; al sur y oeste se localiza la sierra de San Miguelito, destacando los cerros de: Las Peñas Blancas, El Picacho del Fraile, Mesa Redonda, La Yerbabuena, Mesa Las Gallinas, Las Palomas, La Peña, La Campana, El Mezapíl y El Borrego.

Las características litológicas y estructurales de las rocas en las provincias que cubren el estado de San Luis Potosí, indican que hubo diferentes eventos geológicos de tipo orogénico asociados con actividad ígnea volcánica, que actuaron en varias épocas para dar origen a un relieve estructural que después ha sido modificado en forma subsecuente por los diferentes agentes, como el

fracturamiento, el movimiento de masas y el agua con sus procesos de alteración (suelos residuales), disolución (cavernas y dolinas), transporte y depósitos de sedimentos, (relieves depositacionales).

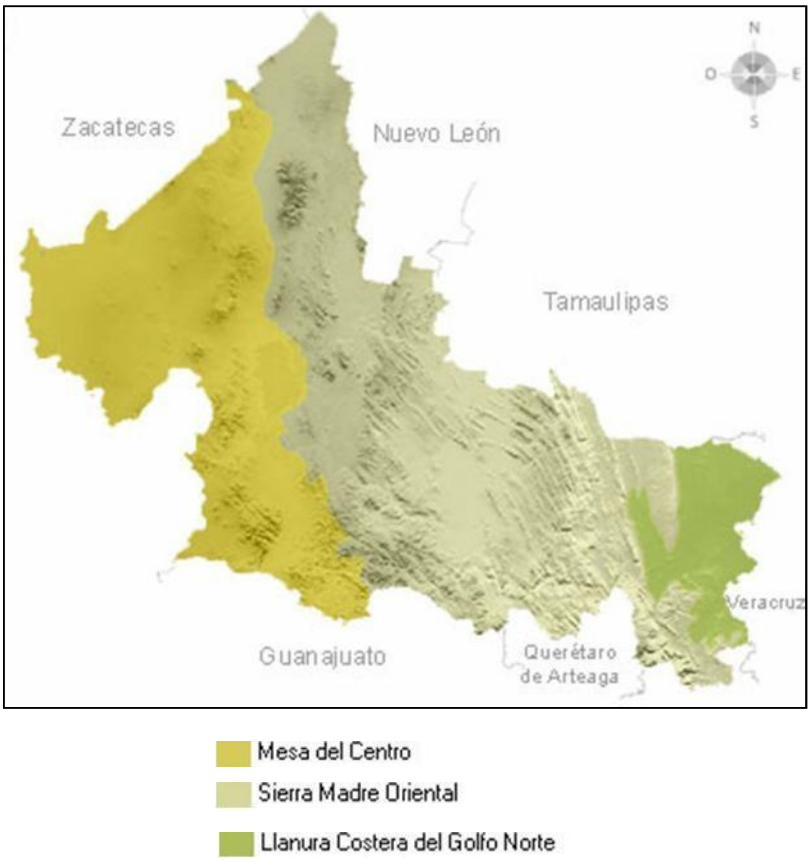


Figura III. 19 Mapa de Geología y Suelos de San Luis Potosí

Mesa del Centro

La parte occidental del estado de San Luis Potosí queda comprendida en esta provincia, situada entre las sierras Madre Occidental y Oriental y al norte del Eje Neovolcánico. Esta parte de la entidad se caracteriza por la presencia de extensas mesetas y aparatos volcánicos, además de planicies constituidas por sedimentos disgregados de las rocas preexistentes.

Las rocas ígneas ocupan la mayor superficie de la provincia; en la parte norte afloran de una manera dispersa, mientras que en el sur se encuentran en forma masiva.

Sierra Madre Oriental

La parte de la entidad en que se encuentra incluida esta provincia, está constituida principalmente, por rocas sedimentarias mesozoicas, elásticas y químicas; las rocas sedimentarias se depositaron y evolucionaron sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico.

En el centro de anticlinales erosionados (Sierra de Catorce) afloran las rocas más antiguas, como las filitas del Triásico, interestratificación de lutita-arenisca, y la caliza- lutita del Jurásico; los yesos del Cretácico Inferior afloran principalmente al sur y este de Villa Juárez.

Los suelos aluviales se encuentran como relleno de valles y en las partes topográficamente más bajas, donde llegan a tener grandes espesores. (San Luis Potosí y Matehuala).

Llanura Costera Del Golfo Norte

La Llanura Costera penetra sólo en la porción sureste del estado y está caracterizada por la existencia de rocas sedimentarias elásticas de origen marino, que a diferencia de las de la Sierra Madre Oriental, no presentan un plegamiento intenso. Sus rocas más antiguas son las lutitas del Cretácico Superior localizadas hacia el oeste, las más jóvenes se encuentran hacia el este y se depositaron en forma de franjas, con dirección norte-sur, en una cuenca marina terciaria, caracterizada por un mar eminentemente regresivo con pequeñas transgresiones. Las rocas de esta provincia ofrecen una fisonomía de lomeríos de pendientes suaves. Las partes topográficamente más bajas, se encuentran rellenas por material aluvial no consolidado y constituyen los suelos

La mayor parte del territorio municipal de San Luis Potosí se localiza en la Mesa del centro. También pertenecen, parte de las sierras que lo delimitan tales como: la Sierra de San Miguelito al sur poniente, la Sierra de Escalerillas o Sierra de San Luis al occidente; ésta es una sierra pedregosa y áspera, existe un batolito de roca ígnea extrusiva que brotó de alguna grieta de la corteza por la época miocena y que, después de millones de años, se ha cristalizado convirtiéndose en felsítas, siendo gran productora de piedras de construcción de distintas clases: desde el duro y casi indestructible "Ojo de Víbora" propio para adoquín, hasta la cantera de diferentes tonalidades y colores de los bancales de areniscas de su falda; la Sierra de Álvarez al oriente, que aunque es por el lado del valle, del otro lado forma un muro de contención para que los arroyos de la Sierra de San Luis no formen cañadas en el Valle; hacia el sur el valle se abre comunicándose con el de San Francisco, para el norte se extiende hasta topar con las crestas riolíticas de Peñasco y Bocas.

Casi en su totalidad el municipio de Soledad de Graciano Sánchez se haya asentado en suelo aluvial, ausente de roca, únicamente al norte y noreste se encuentran pequeños afloramientos de caliza, así como reolita, basalto y toba. Predomina el tipo litosoleutrico al norte, noroeste; el xerosol háplico de textura media al oeste y sureste y el phaeozen lúvico y castañozem lúvico de textura media y

pendientes planas menores al 8% al norte. Son suelos aptos para uso pecuario, el uso actual del suelo es agrícola con bajo rendimiento y pastoreo extensivo.

El Municipio se encuentra establecido en una planicie y sólo se encuentran formaciones montañosas de poca consideración en la parte norte, formadas por los cerros Guapillas, Gordo y Santa Cruz, que varían en una altura promedio de los 1,900 metros sobre el nivel del mar.

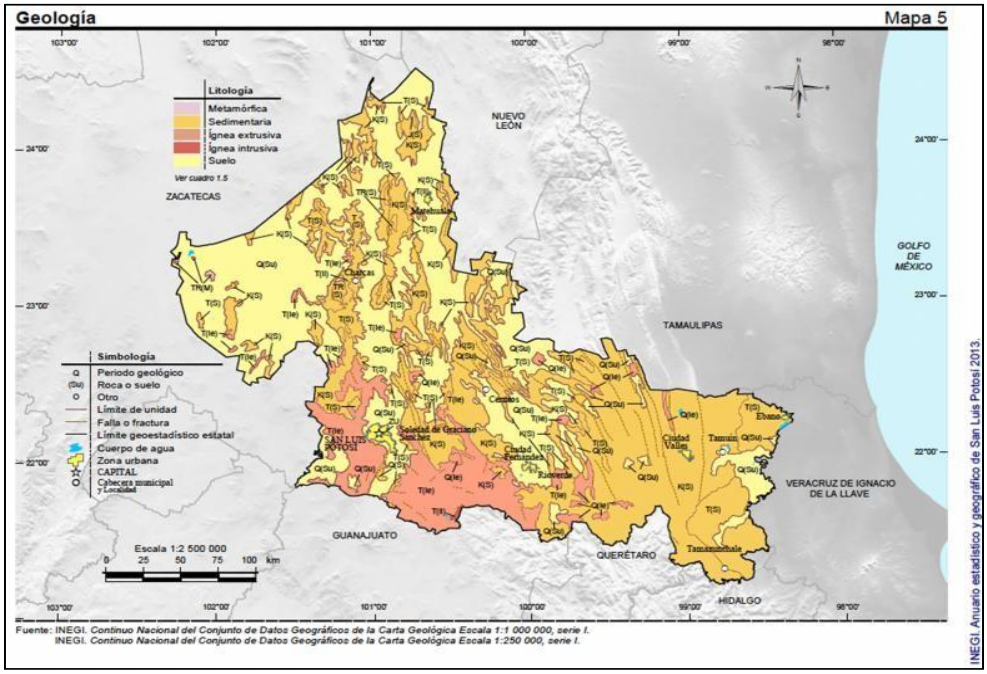


Figura III. 20 Mapa de Geología de San Luis Potosí

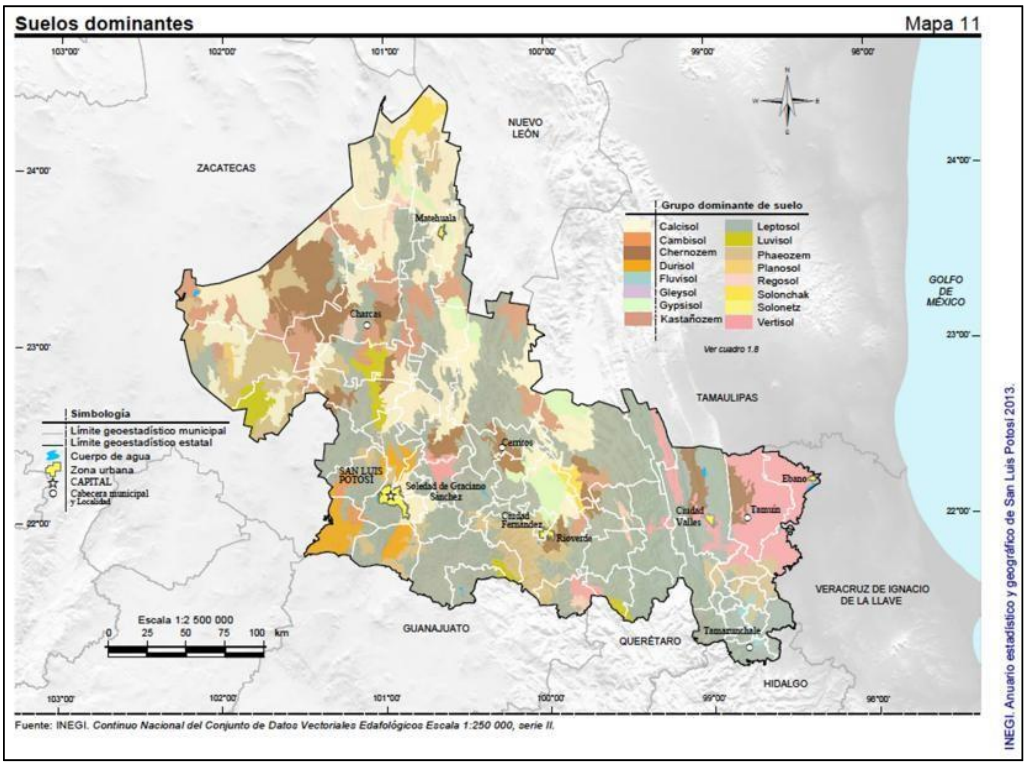


Figura III. 21 Mapa de Suelos Dominantes de San Luis Potosí

Tabla III. 3 Geología del municipio de San Luis Potosí.

Periodo	Cuaternario (50.3%), Neógeno (41.5%) y Cretácico (1.4%)
Roca	Ígnea extrusiva: riolita-toba acida (11 %), basalto (0.2% y toba-acida (0.1%) Sedimentaria: conglomerado (2.3%), caliza (0.9%) y caliza-lutita (0.4%) Suelo: aluvial (49.1%) y lacustre (0.5 %)
Sitios de interés	Banco de material: industrial y acabados.

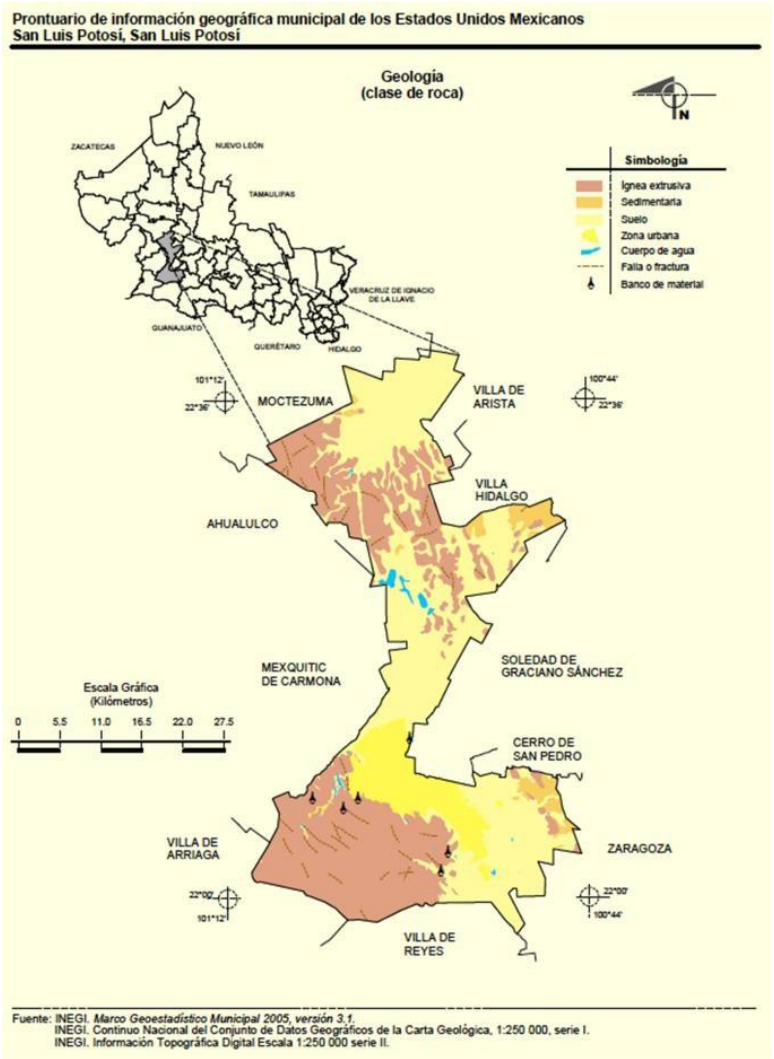


Figura III. 22 Mapa de geología del municipio de San Luis Potosí

Edafología

Suelo dominante: Leptosol (45.7%), Durisol (15.4%) y Calcisol (13.9%), Cambisol (8%), Phaeozem (4%), Luvisol (3.3%), Vertisol (1.4%) y Regosol (1.3%)

Figura IV. 23 Mapa de suelos dominantes del municipio de San Luis Potosí

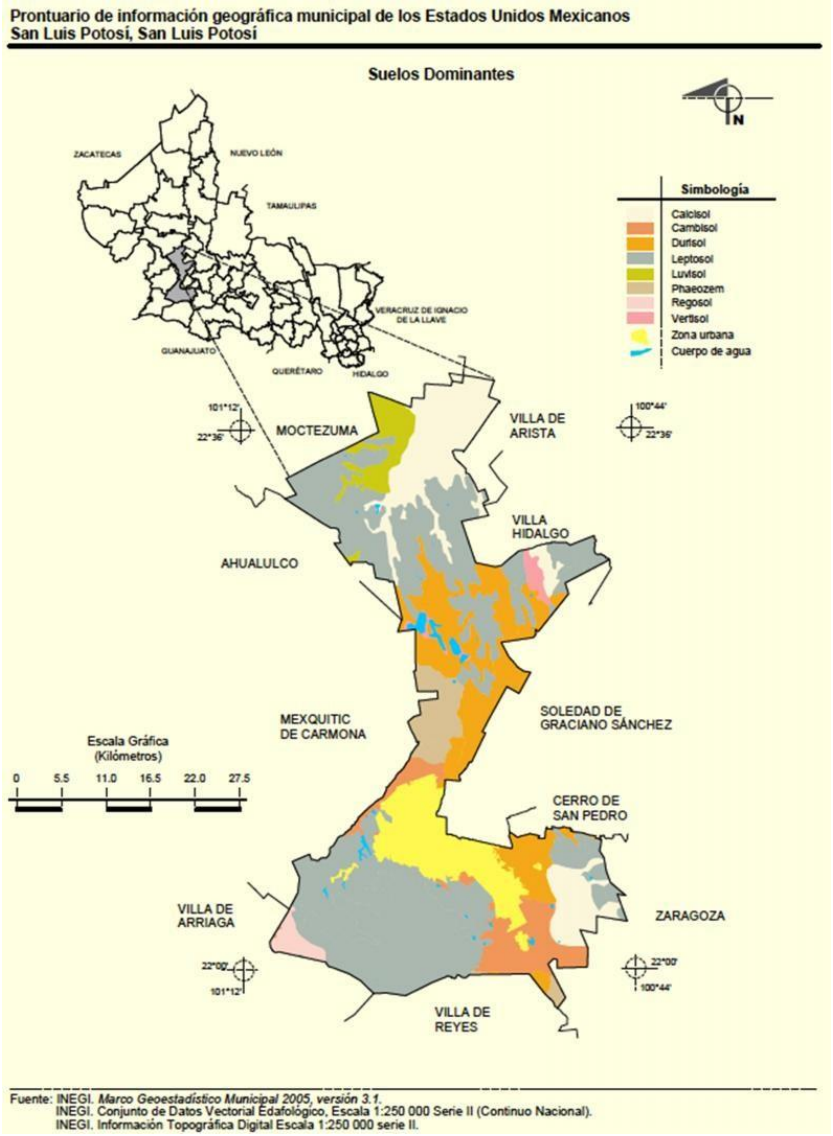


Tabla III. 4 Geología de Villa de Reyes

Periodo	Neógeno (454.1) y Cuaternario(44.8%)
Roca	Ígnea extrusiva: riolita-toba acida (44.6 %), toba-acida (5.7%), basalto (1.7%) y riolita (1.1%) Sedimentaria: arenisca (5.6% y arenisca-conglomerado (2.6%) Suelo: aluvial (37.6%)
Sitios de interés	Banco de material: mampostería.

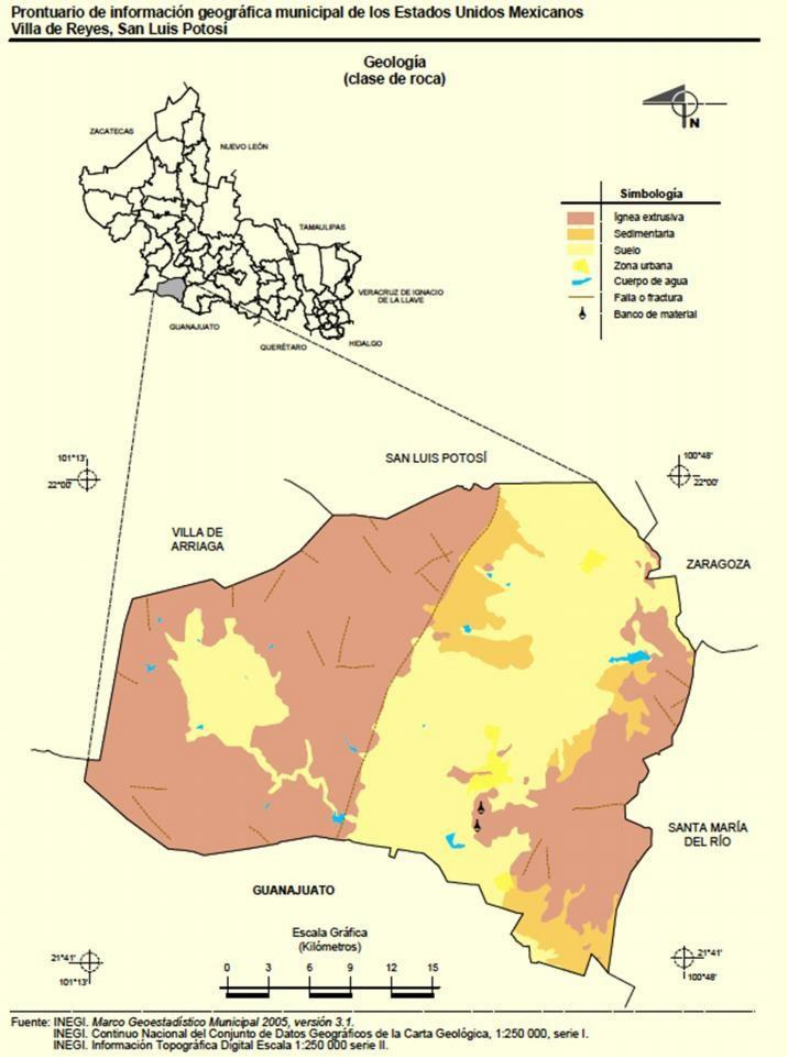


Figura III. 24 Mapa de geología del municipio de Villa de Reyes

EDAFOLOGÍA

Suelo dominante: Leptosol (42%), Phaeozem 33.1%), Durisol (18.5%), Regosol (3.7%), Fluvisol (0.7%), Solonchak (0.2%) y Cambisol (0.2%)

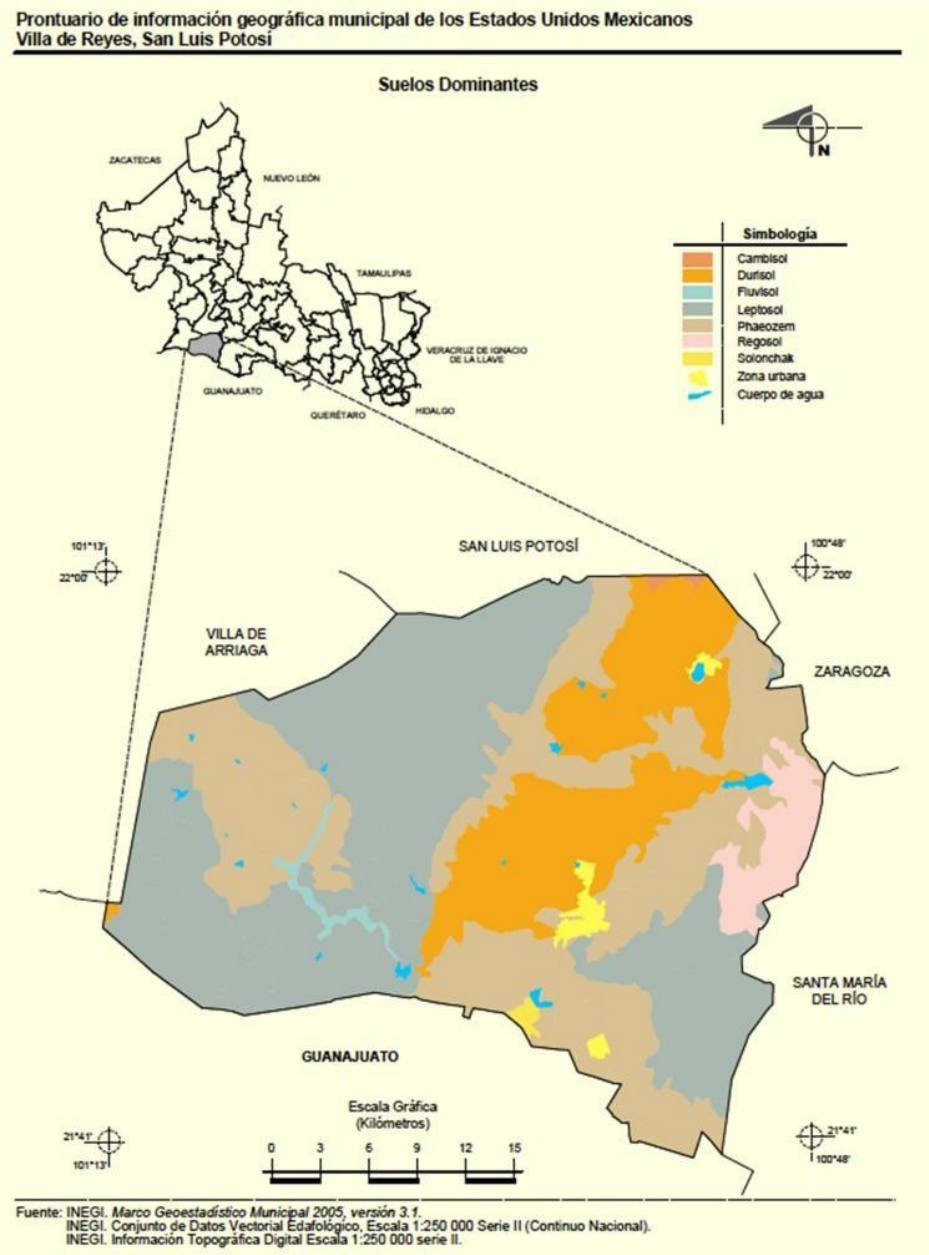


Figura III. 25 Mapa de suelos dominantes del municipio de Villa de Reyes

Respecto a lo anterior observado, se dice que las rocas en el Estado de San Luis Potosí, son de diferentes tipos; Ts (cg) conglomerado, Ts (lgea) ignia extrusiva ácida y NA de Q (s), concentrándose principalmente en los Municipios de Villas Lomas del Pedregal, Poblado de San Sebastián, El Terrero y la Arbolada de Pedro. Es importante señalar que dentro del área de influencia así como en el SAR del proyecto, la geología presente es de tipo conglomerado e ígnea extrusiva acida, Sin embargo el área mayor ocupada es por área construida de los poblados existentes; tal como se observa en la siguiente imagen.

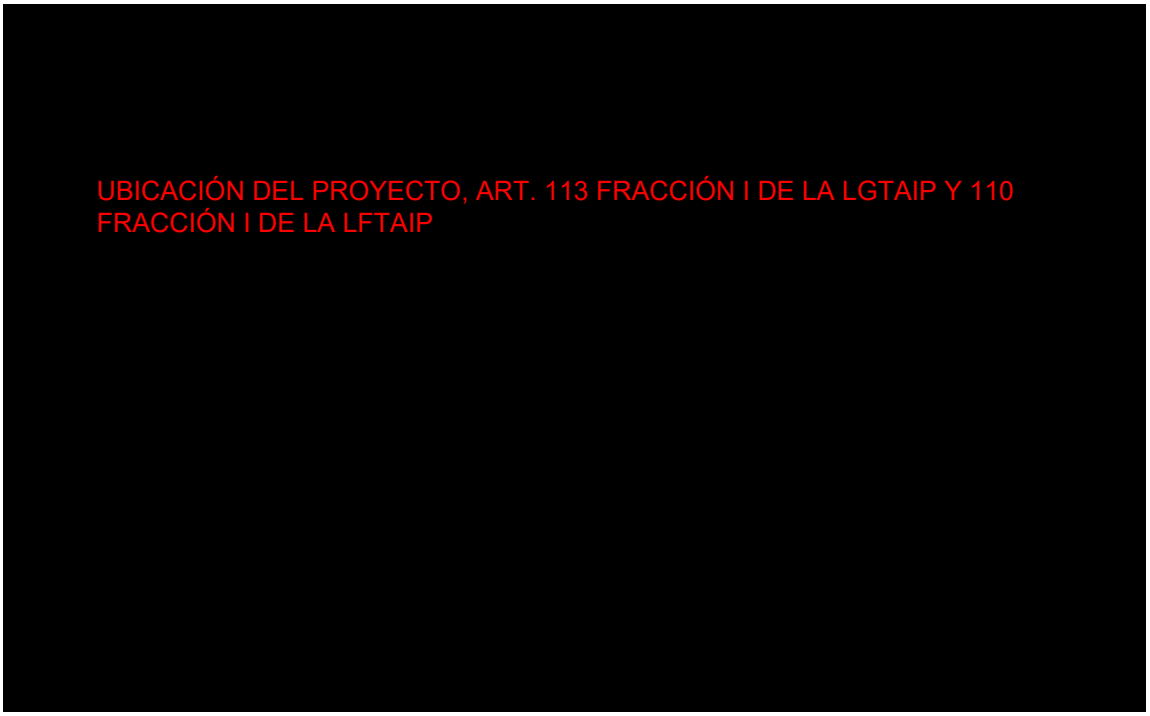


Figura III. 26 Geología presente en el Sistema Ambiental Regional y área del proyecto

Edafología

Además la edafología presente en el sistema ambiental corresponde a clasificación Hh Feozem háplico, referente a IC es ND, presencia de Rc Regosol calcárico, Wm Regosol enólico y Kh Xerosol háplico. Tal como se observa a continuación.

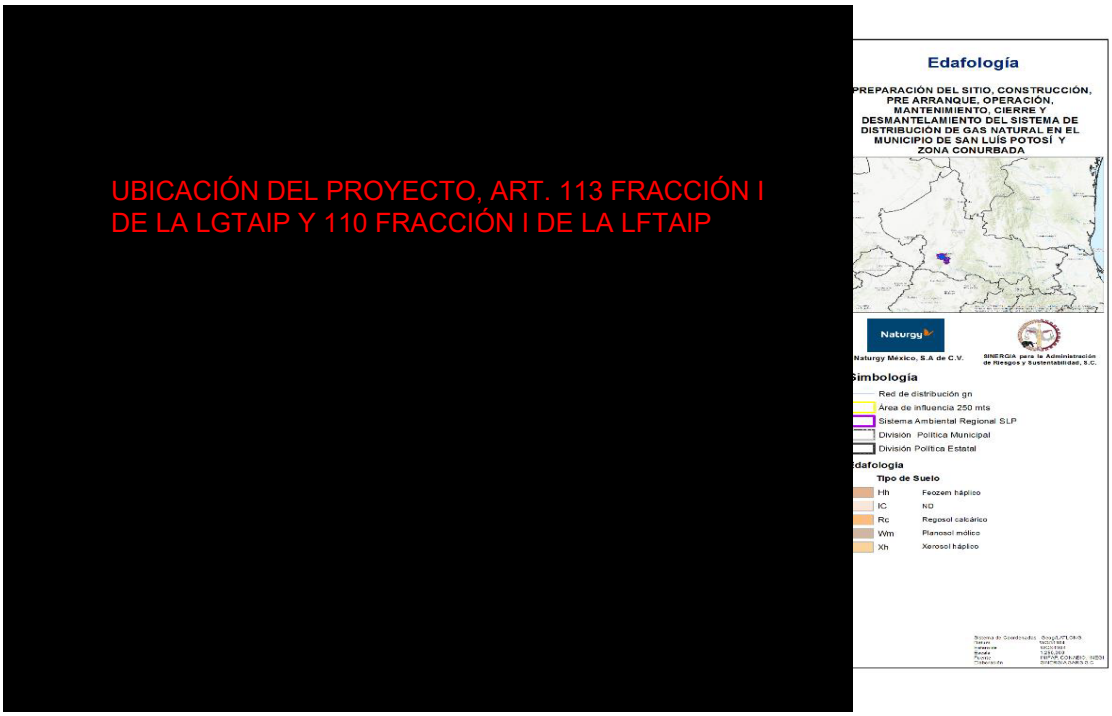


Figura III. 27 Edafología del Sistema Ambiental Regional y área del proyecto

III.2.1.8. Hidrología

La hidrografía en San Luis Potosí presenta fuertes contrastes, al igual que la vegetación, la orografía y el clima. Su distribución en la entidad está determinada fundamentalmente por la configuración orográfica y los tipos de clima. La Sierra Madre Oriental marca dos zonas bien diferenciadas en la entidad:

La suroriental, con climas cálido y semicálido tanto húmedos como subhúmedos (parte de la Huasteca), donde las abundantes precipitaciones han originado importantes corrientes como la del Río Verde; que pertenece a la Cuenca del Río Pánuco.

La noroccidental, donde el clima es seco y semiseco y las corrientes de poca importancia. Estas últimas, por lo regular se forman en la temporada de lluvias y su curso es reducido, ya que generalmente desaparecen en las llanuras, debido a filtraciones y evaporaciones. Esta porción integra las cuencas interiores de la región hidrológica "El Salado".

Aguas Superficiales

En San Luis Potosí se encuentran partes de dos regiones Hidrológicas: La No. 26 "Pánuco", en toda la porción sur y sureste del estado, y la No. 37 "El Salado", que abarca la parte central y norte.

Región Hidrológica "Pánuco"

Está dividida en dos porciones, "Alto y Bajo Pánuco". A la entidad le corresponde parte de la segunda, la cual tiene importancia dentro de territorio potosino, porque en ella se genera un buen número de escurrimientos, afluentes que en cierta forma son de gran importancia para el río Pánuco. En el estado se encuentran áreas de cuatro cuencas de esta región hidrológica:

"Río Pánuco"

Esta cuenca se localiza zonas de cultivo del distrito de riego "Las Animas-Tamaulipas", que son irrigadas por los ríos Tampaón y Moctezuma, a través de canales.

Tiene únicamente una subcuenta intermedia, la del Río Pánuco.

"Río Tamesí"

Dentro de San Luis Potosí. Su principal corriente es la del Tamesí, que en su origen dentro del estado de Nuevo León recibe el nombre de Guayalejo. Los escurrimientos de esta cuenca dentro del estado son pocos y se aprovechan en Tamaulipas. Las aguas del río Tamesí, lo mismo que las de la cuenca anterior, se utilizan para irrigar áreas del distrito de riego 92.

"Río Tamuín"

De las cuencas correspondientes a la entidad ésta es la mayor y la que más aportación ofrece. La corriente principal es de corta extensión y tiene su origen 32 Km al norte de Tamuín, San Luis Potosí, localidad de la cual toma su nombre. En su porción central está situado el distrito de riego "Río Verde Cd. Valles", que se abastece con el agua de los ríos antes mencionados y algunos de sus afluentes.

"Río Moctezuma"

Su corriente más importante es la del Moctezuma. Este río nace en el estado de México, donde recibe la denominación de San Juan o Arroyo Zarco y sigue en general una dirección noreste.

En la parte norte de esta cuenca, dentro de San Luis Potosí, se encuentran algunas áreas del distrito de riego No. 92 "Las Animas-Tamaulipas", que se abastecen principalmente del río Pánuco. También hay algunas porciones del distrito de riego No. 60 "Pánuco- Veracruz" en el noreste, que son irrigadas por varios afluentes del río antes mencionado.

Almacenamientos

Del total de almacenamientos inventariados en el estado, ocho corresponden a esta región. Los tres más importantes están ubicados en el cuenca "Río Tamuín", y son: presa Las Lajillas, con una

capacidad de 40,000,000 de m3; presa Las Golondrinas, con 30,000 de m3; y la presa Valentón Gama, cuya capacidad es de 10,000,000 de m3.

Región Hidrológica "El Salado"

Esta región corresponde a una de las vertientes interiores más importantes del país. Se localiza en la altiplanicie septentrional y la mayor parte de su territorio está situado a la altura del trópico de Cáncer. Dentro de San Luis Potosí se encuentran partes de siete cuencas de esta región:

"Matehuala"

Los escurrimientos que hay en ella provienen de las sierras consideradas menores de la región el salado, como son las de Catorce y San Bartolo. Las corrientes que tienen alguna denominación son pocas, entre ellas el río la Maroma, arroyo el Astillero y arroyo de las Pilas. El agua que se obtiene de éstas, se utiliza para abastecer las localidades de Matehuala, Real de Catorce, Cedral, El Salado y otras pequeñas, que están diseminadas en la cuenca.

"Sierra de Rodríguez"

La cuenca recibe esa denominación por la sierra de Rodríguez, que forma parte de la región el Salado. El aprovechamiento de los escurrimientos es escaso en la entidad, ya que la mayor parte de esta cuenca se encuentra en el estado de Zacatecas.

"Camacho-Gruñidora"

Es la de menor extensión en San Luis Potosí y en ella no hay corrientes de importancia, por lo mismo no presenta posibilidades de aprovechamiento.

"Fresnillo-Yesca"

Recibe esta denominación porque en ella se encuentran esas ciudades, que pertenecen a los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, respectivamente.

"San Pablo y Otras"

Tiene un buen número de corrientes, pero las más importantes son: río de la Presa, arroyo la Parada y río Calabacillas, entre otros; cuyas aguas se almacenan en pequeñas presas como las de Santa Genoveva y Riviera.

"Presa San José-Los Pilares y Otras"

Esta cuenca ocupa un lugar importante dentro de San Luis Potosí, tanto por el área que abarca, como por las ciudades asentadas en ella, entre las que destacan la capital estatal, Soledad Diez Gutiérrez, Zaragoza, Mexquitic, Los Pilares, Villa Hidalgo, Villa de Arista, Moctezuma, Venado y Charcas.

"Sierra Madre"

No tiene cauces permanentes ni definidos, debido a las escasas precipitaciones en la zona.

En esta cuenca se encuentran sierras como las de los Borregos, El Pinal, El Conche, Las Ventanas y otras.

Almacenamientos

En esta región hay seis almacenamientos, entre los que sobresalen las presas San José y Gonzalo N. Santos (El Peaje), que tienen capacidades de 8,800,000 m3 y 800,000 m3, respectivamente, y se localizan en la cuenca "Presa San José-Los Pilares y Otras"; y dentro de la cuenca "Sierra Madre", la presa Alvaro Obregón (Las Palomas) con 5,200,000 m3. Las demás obras tienen capacidades menores.

Aguas Subterráneas Zona Norte

En esta zona hay amplios valles rellenos por sedimentos terciarios y recientes.

En el borde occidental de la zona Matehuala-Villa de Arista, está ubicada el área de San Francisco-La Masita, donde se han encontrado estructuras aisladas de calizas productoras. Al noroeste de Matehuala, en la zona de Cedral, las aguas de los aluviones son de buena calidad, tanto para riego como para usos domésticos. Otras cuencas como las de El Barril y El Sabino tienen sedimentos terciarios conglomeráticos y arenosos, y su agua es abundante y de buena calidad.

Zona Centro

El área de explotación más importante en esta zona es el Valle de San Luis Potosí, el cual destaca por sus actividades comerciales e industriales, pues su desarrollo agrícola es más bien bajo. Las fuentes de agua subterránea tienen potencialidad reducida, sobre todo en el área urbana y sus inmediaciones. Lo anterior origina problema para el suministro de agua a la capital y su zona industrial, e impide ampliar las áreas agrícolas.

Zona Sur

En la porción sur destaca el Valle de Río Verde, donde la agricultura reviste importancia y es sustentada por los escurrimientos del Río Verde y las aguas subterráneas procedentes de acuíferos granulares y calcáreos. La posibilidad de aprovechar estos afloramientos naturales y de explotar cantidades importantes de agua mediante pozos profundos, abre un panorama alentador para el desarrollo de este valle.

Geotermia

Hay algunos manantiales de aguas termales en el estado, entre los que destacan el de Ojo Caliente, en Santa María del Río; Taninul, en Tamuín; Gogorrón, en Villa de Reyes; el Bañito, en las cercanías de Ciudad Valles, y La Labor del Río, en Santa María del Río. En el de Gogorrón hay grandes perspectivas para la explotación geotérmica, ya que reúne las condiciones idóneas por su estructura geológica.

Hidrología Municipio de San Luis Potosí

La hidrografía en el Municipio de San Luis Potosí, presenta contrastes, en donde influye de manera importante lo accidentado de la configuración orográfica y diferencias climatológicas, generando por un lado escasez del recurso de agua como límite principal en el desarrollo del futuro de la región.

El agua superficial en la zona metropolitana se encuentra actualmente subaprovechada, ya que, con los aprovechamientos existentes, aún es posible almacenar mayor cantidad de agua de lluvia escurrida, con la finalidad de incorporar estos volúmenes a uso público- urbano principalmente, lo que liberará volúmenes iguales de extracción al acuífero.

Agua superficial

En la región hidrológica No. 37 El Salado, se localiza el Municipio de San Luis Potosí, siendo una cuenca cerrada. Esta región corresponde a una de las vertientes inferiores más importantes del País y ocupa parte de la altiplanicie septentrional en donde cubre la porción norte-occidental del Estado con una extensión de 58.29% de la superficie total estatal y la mayor parte de su territorio, está situado a la altura del Trópico de Cáncer. Está constituida por cuencas cerradas, de diferentes dimensiones y carece casi por completo de elevaciones importantes. Esto último, aunado a las condiciones climatológicas de la región, hace que no haya grandes corrientes superficiales por lo que la descripción del aspecto hidrográfico resulta un tanto complicada lo mismo sucede al referirse concretamente a su Hidrometría, ya que son muy pocas las corrientes que han sido medidas en forma sistemática. Dentro del territorio potosino se encuentran parte de siete cuencas por estación, que son: Cuenca Matehuala (B), Cuenca Sierra de Rodríguez

(C) Cuenca Camacho-Gruñidora (D), Cuenca Fresnillo-Yesca (E), Cuenca San Pablo y Otras (F), Cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras (G) y Cuenca Sierra Madre (H).

La Cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras (G), ocupan un lugar importante dentro de San Luis Potosí, tanto por el área que abarca (10,817.92 km2) que representa el 17.48% del territorio potosino, como por los ciudadanos asentados en ella, entre las que destacan la Capital del Estado, Soledad Díez Gutiérrez, Zaragoza, Mexquitic, Los Pilares, Villa de Arista, Moctezuma, Venado y Charcas.11.

Almacenamientos

La captación actual de agua superficial en la cuenca del valle de San Luis Potosí, es del orden de los 21 millones de metros cúbicos.

En esta zona la recarga del acuífero se está dando en forma natural a través de las presas descritas, sin embargo, se tienen otros sitios detectados para nuevos aprovechamientos de agua superficial, que además de poder ser útiles en usos de agua potable y control de avenidas, serán de gran apoyo en la recarga del acuífero. Además de estos posibles almacenamientos se debe contemplar construir varias presas de gaviones, que sirven en romper picos de avenidas, evitar arrastres de sedimentos y como recarga del acuífero, así como propiciar un mejor entorno ecológico.

Escurrimientos

Las corrientes que aportan sus aguas a la Presa San José, a través del Río Santiago, son; Arroyo Las Escobas, por la margen izquierda, que origina 15.6 Km al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, a una altitud de 2450 metros sobre el nivel medio del mar, y que en su parte alta se le conoce como Arroyo Juachín.

El Río Potosino, es uno de los principales a portadores por la margen derecha, cuyo origen está al suroeste de la ciudad antes citada y el Arroyo El Muerto que nace en el Cerro El Potosí, a 2599 metros sobre nivel medio del mar.

Dentro de esta misma cuenca hay otros escurrimientos, como los arroyos; Grande, EL Tule, Moctezuma; El Romerillo, Las Jaras y Las Magdalenas, entre otros. Tienen dos subcuencas intermedias; Presa Los Pilares (37GA) y Presa San José (37GB).

Por otra parte, existen otras corrientes que alimentan el acuífero del valle de San Luis Potosí como son: Los arroyos El Maguey, La Cantera Las Atarjeas, San Antonio y Los Palillos formados en la Sierra de San Miguelito y los arroyos Ojo Pinto, Mezquite y Los Cinco Caños, Río Mexquitic que se originan en las partes elevadas al noroeste de la Capital.

El Municipio de San Luis Potosí, cuya precipitación media anual es del orden de 380 mm, recibe los escurrimientos de un gran número de pequeños y medianos arroyos provenientes de la Sierra de San Miguelito. Algunos de estos arroyos cruzan la ciudad, otros se internan en gran parte de ella y otros entran en la mancha urbana.

distribuyéndose en forma laminar hasta encontrar depresiones, lo que inunda y causa daños, sobretodo materiales.

Otras corrientes no menos importantes, son los arroyos Las Escobas y El Palmarito, mismas que aún no son aprovechadas.

Agua subterránea

Las zonas geohidrológicas tienen un control estructural y estratigráfico definido superficialmente por el relieve topográfico característico de la región, la cual determina tres áreas claramente distinguibles denominadas.

Mesa del Centro, ubicada en la porción occidental del Estado; Sierra Madre Oriental, localizada en la porción central y Llanura Costera del Golfo Norte que corresponde a la zona oriental de San Luis. En las zonas favorables de la entidad, el agua subterránea forma acuíferos al almacenarse en material aluvial, en tobas arenosas y rocas volcánicas fracturadas que rellenan las fosas tectónicas, así como en las estructuras sinclinales de rocas sedimentarias de tipo calcáreo y en menor proporción en el fracturamiento de algunas rocas volcánicas que sobre yacen a éstas.

Debido al desarrollo y crecimiento demográfico de las principales poblaciones de la entidad, la fuerte demanda de agua para sus diferentes usos originó una intensa explotación de los acuíferos y por consecuencia, el control de su manejo por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), mediante el decreto de zonas de veda para vigilar la extracción. Aproximadamente 50% de la superficie del Estado se encuentra bajo el control mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación. En veda decretada el 30 de junio de 1961, se incluyó la zona que comprende los Municipios de San Luis Potosí, Villa de Reyes, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro, Villa de Zaragoza, Santa María del Río, Villa de Arista, Mexquitic de Carmona y Ahualulco.

La Zona Geohidrológica que se localiza en el Municipio de San Luis Potosí limitado hacia sus flancos por las Sierra de Álvarez y Sierra San Miguelito, ubicándose geográficamente entre las coordenadas 22º 02 y 22º 23 de Latitud Norte y 100º 47 a 101º 02 de Longitud Oeste.

La recarga principal ocurre por infiltración vertical, por retorno de riego y por aporte lateral de las Sierras de Álvarez y San Miguelito, estimándose en 74 Mm3 anuales. La principal infraestructura de explotación de los acuíferos superior e inferior. Son para el primero, a través de norias con extracción manual, mecánica y eléctrica; en el segundo, es mediante pozos profundos con extracción mecánica y eléctrica. Al acuífero superior se le extrae aproximadamente 5 Mm3 anuales y al inferior 143 Mm3 anuales, tan solo en la zona metropolitana.

La principal problemática de estos acuíferos es su insuficiente recarga y su sobreexplotación, lo que provoca un abatimiento actual de 2 a 5 m anuales.

A principios de la década de los 70´s aún se tenía al acuífero inferior en equilibrio, es decir que la extracción era igual que la recarga, sin embargo conforme fue aumentando la población, se fue sobré explotando al mismo y, con la misma tendencia de sobreexplotación hasta la fecha

Hidrología del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez Hidrología Superficial

El municipio de Soledad está localizado en la cuenca del Salado, en la región hidrológica

N. 37, con escurrimientos menores a 10 mm. No cuenta con ríos caudalosos, solamente con arroyos intermitentes entre los más importantes se tienen el Arroyo La Morita, Arroyo Las Trancas y Las Canoas, A causa del clima seco, dominante de la zona, las corrientes solo se manifiestan en temporada de lluvias, en general del curso corto, ya que al arrobar a la llanura desaparecen por la filtración y la elevada evaporación que ocurre en el Valle. La corriente más importante de esta cuenca es el Río Santiago, que tiene su nacimiento 20 Km. Al sudoeste de la zona metropolitana San Luis Potosí-Soledad. Ya bajo la presa de San José, solamente lleva agua cuando se registran grandes cantidades de precipitación. El curso que sigue es hacia el oriente hasta llegar a Rivera, de allí en adelante continua hacia el noroeste.

El Río Santiago como los escurrimientos de la Sierra de San Pedro y la Coro, producen charcos o pequeñas lagunas en el terreno plano del municipio durante el periodo de lluvia. Estas se forman principalmente en las periferias de la Purísima y junto al cerro El Enyerbado, que son las partes más bajas del municipio. En total, bañan los terrenos de Soledad alrededor de 20 arroyos y 20 lagunas o charcas.

Hidrología subterránea

Dentro del valle de San Luis, se tiene comprobado la existencia de dos mantos acuíferos, uno superior y otro inferior. Los niveles estáticos del primero de ellos fluctúan de 4 a 32 metros en norias y pozos con profundidades que van de 8 a 80 metros.

El acuífero inferior muestra niveles estáticos de 56 a 125 metros en pozos con profundidades de entre 25 y 450 metros. Arriba del 90 por ciento del agua potable que se suministra al municipio proviene de esta fuente. La cual ha sido aprovechada para el consumo agropecuario y doméstico, mediante la perforación de pozos.

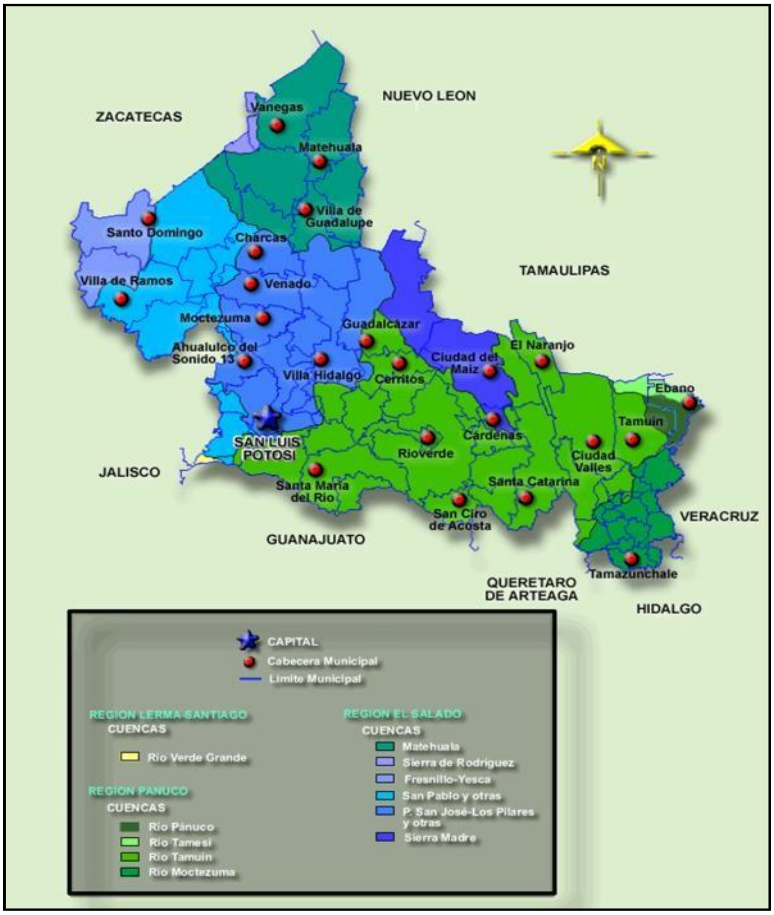
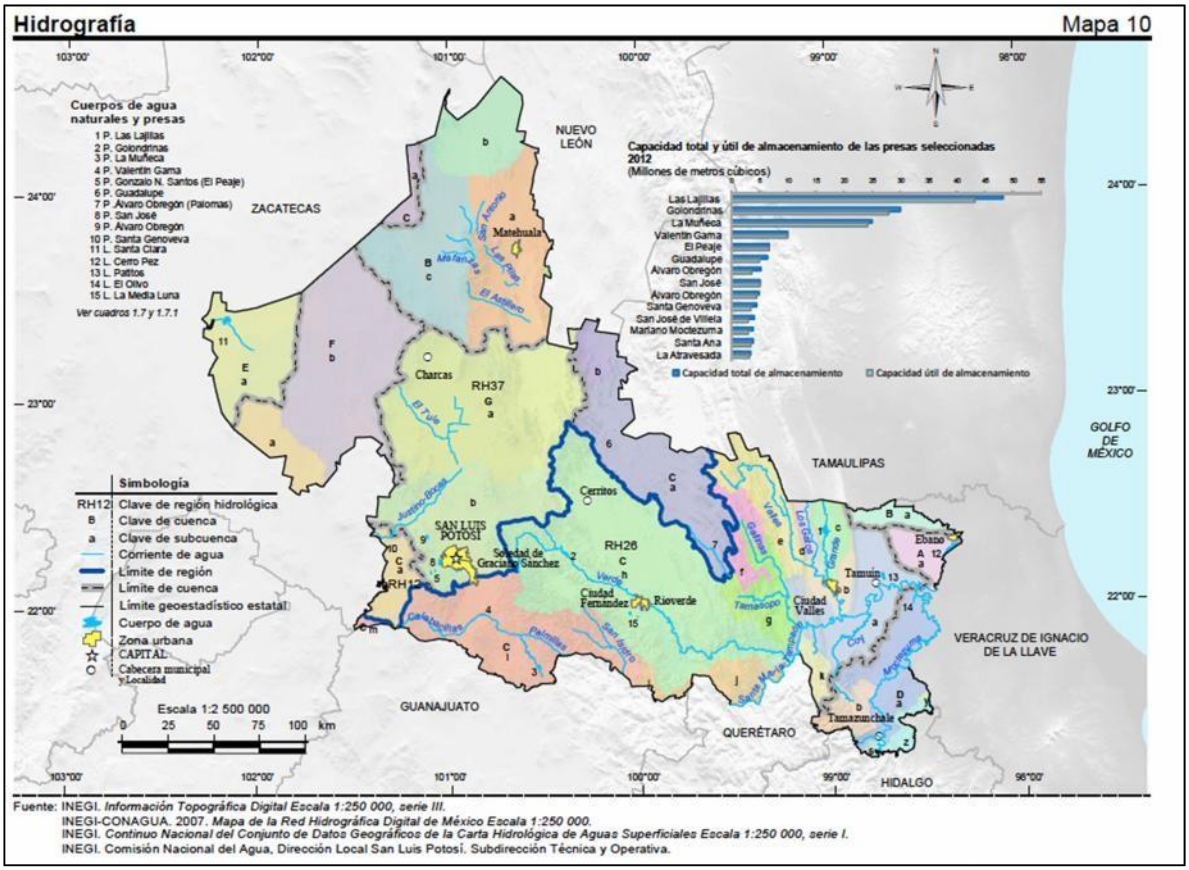


Figura III. 28 Mapa de Hidrología de San Luis Potosí.

Figura III. 29 Mapa de Suelos Dominantes de San Luis Potosí



Fuente: INEGI. *Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.*
INEGI-CONAGUA. 2007. *Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México Escala 1:250 000.*
INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.*
INEGI. Comisión Nacional del Agua, Dirección Local San Luis Potosí. Subdirección Técnica y Operativa.

Tal como se mencionó anterior mente para el Área del proyecto, área de influencia y Sistema Ambiental Regional se describe lo siguiente.

Cuenca.

El Sistema ambiental regional cuenta con la cuenca hidrográfica, ubicada en la sierra de San Miguelito y la sierra Álvarez al suroeste de dicho Estado, en la zona está asentada la Ciudad de San Luis Potosí, donde está formada por la fosa tectónica escalonada y un graben, con delimitaciones de rocas volcánicas en el terciario donde sobresalen discordantemente a rocas sedimentarias.

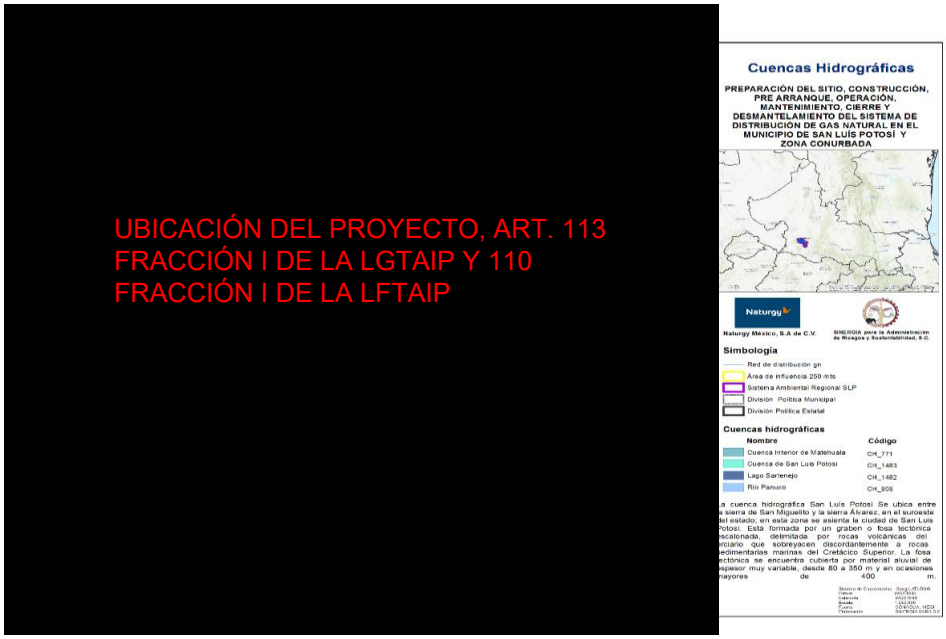


Figura III. 30 Cuenca hidrográfica dentro de sistema ambiental

Subcuenca.

El sistema ambiental regional, incide dentro de las subcuencas hidrográficas llamadas El Molino y San Luis Potosí, las cuales se amplían por todo el Estado, parámetro a considerar en la red de gas natural. A continuación se observan las subcuencas.

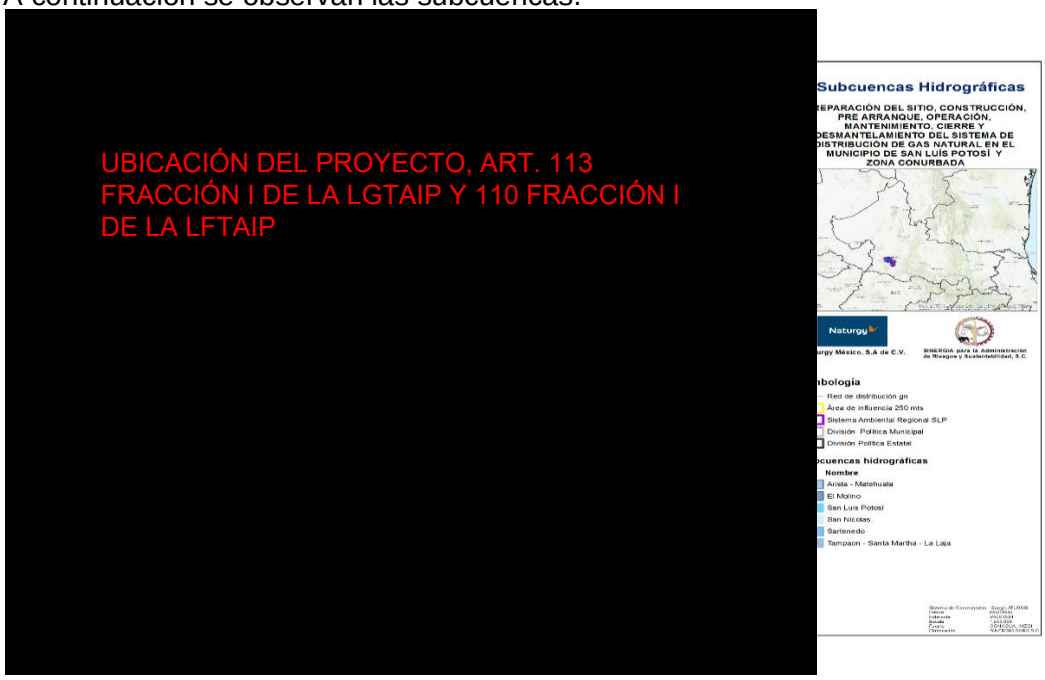


Figura III. 31 Subcuencas presentes en el sistema ambiental regional

Hidrografía

La Hidrografía presente refiere a una presa con un cuerpo de agua en el Poblado de Escalerilla, también en Villa del Pedregal ambos encontrándose fuera del Área de influencia, presencia de corrientes de agua que abarcan el Poblado de Escalerilla, Tres Naciones, El Terrero, también el Poblado de San Sebastián, la Zona Ind Fracc Industrial de San Luis, parte del Cerro de San Pedro, algunas de estas corrientes de agua abarcan el Área de Influencia, así como el Sistema Ambiental Regional, cabe señalar que se procurara no afectar estas corrientes ya que se tomaran todas las medidas necesarias las cuales se describen dentro del aparatado Vi de la presente manifestación de impacto ambiental. A continuación, se observan las corrientes que inciden con el proyecto.

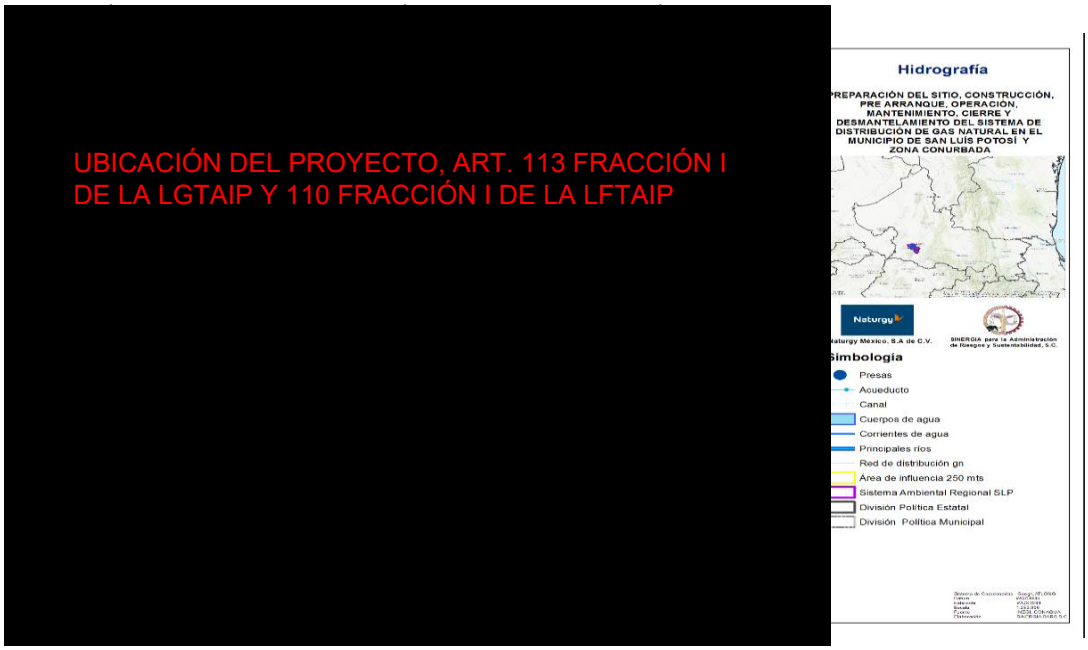


Figura IV. 32 Hidrografía presente del sistema ambiental regional

Acuíferos

El sistema ambiental regional definido para el proyecto incide dentro de dos acuíferos los cuales están identificados con el nombre de: 2412 Jaral de Berrios-Villa de Reyes y 2411 San Luis Potosí, cabe señalar que estos presentan sobre explotación. A continuación, se presentan los acuíferos que inciden con el proyecto.

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

Figura III. 33 Acuíferos presentes en el sistema ambiental regional

III.2.2. Aspectos bióticos

III.2.2.1. Vegetación.

La vegetación del Municipio se define por las siguientes especies: matorral desértico micrófilo, matorral espinoso, craci, rosulifolios espinosos, nopaleras, izotal, cardonal y pastizal

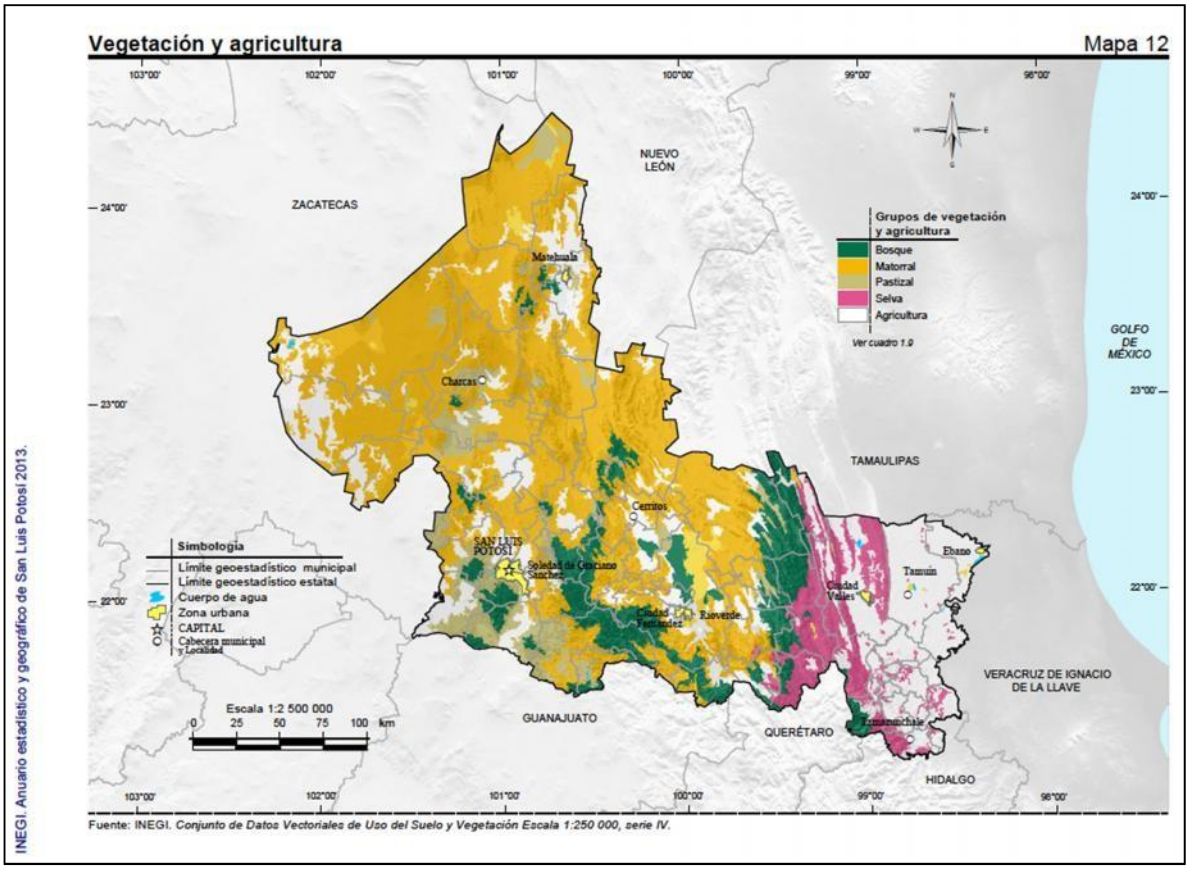


Figura III. 34 Mapa de agricultura y vegetación de San Luis Potosí

Vegetación primaria.

La vegetación dominante en el Estado cubre más del 75 % de su superficie. Siendo los siguientes tres tipos de vegetación los más importantes por su extensión, y que se distribuyen como sigue:

Matorral Xerófilo. Se considera matorral a la vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, con altura variable, pero casi siempre menor a 4 metros. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país, es el tipo de vegetación predominante en el Estado con un 57.40%, comprendiendo los mayores porcentajes en la región fisiográfica de la Mesa Central.

Bosque de Encino, corresponde al 9.62 % del total del área del Estado, localizado en el sistema de topoformas de sierra plegada de las cordilleras de la Sierra Madre Oriental. Al este dentro de los municipios de Ciudad del Maíz, El Naranjo, Tamasopo, Alaquines, Rayón, Lagunillas, Santa Catarina

y parte del municipio de Cárdenas. En la cordillera oeste en parte de los municipios de Guadalcázar, Cerritos Villa Hidalgo, Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro, San Nicolás Tolentino y Villa de Zaragoza.

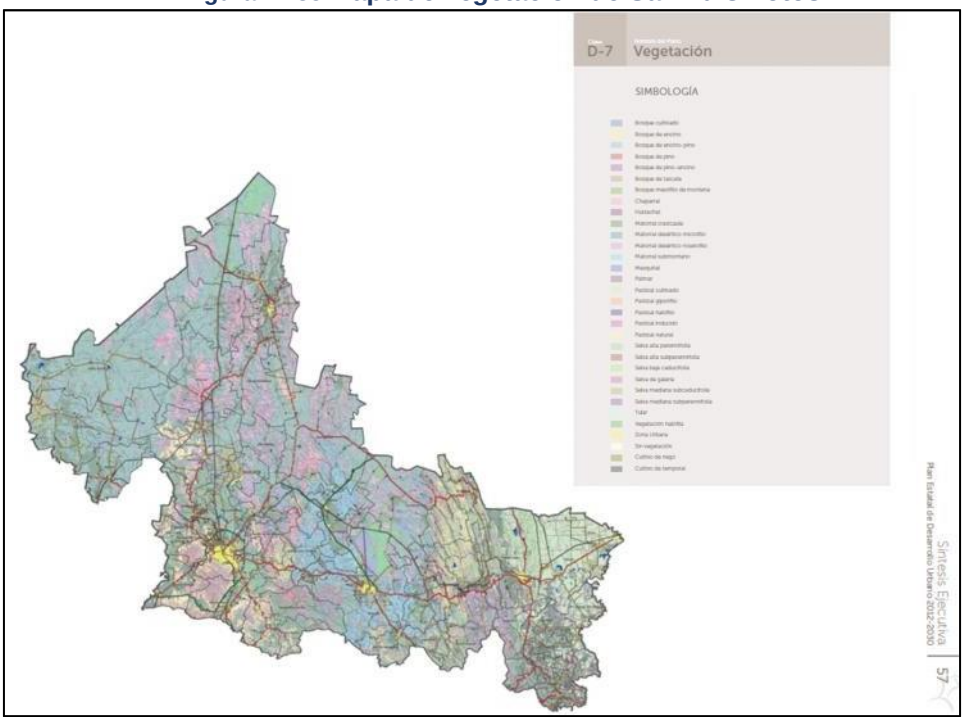
Selva Espinosa, corresponde al 9.56 % del área total del Estado, con mínima diferencia de la vegetación de bosque de encino, la ubicación de este tipo de vegetación es en la región de la Llanura Costera en los municipios de Tamuín, Ébano y San Vicente Tancuayalab y en la zona central del Estado de forma dispersa en los municipios de Villa Hidalgo, Armadillo de los Infante, Cerritos, Villa Juárez, Ciudad Fernández, Alaquines, Cárdenas, San Ciro de Acosta y de forma concentrada se presenta en el municipio de Rioverde.

Vegetación secundaria arbórea. Esta zona comprende la Huasteca Potosina al sureste del Estado, se presenta en áreas pequeñas irregulares y dispersas en los municipios de Tamasopo, Santa Catarina, Aquismón, Tancanhuitz de Santos, Xilitla y Tamazunchale de forma predominante.

Vegetación secundaria arbustiva. Se encuentra dispersa en la mayor parte del territorio estatal, las áreas más representativas y concentradas se encuentran en la zona llanos y sierras potosino-zacatecanos en las inmediaciones con la Sierra Madre Oriental, en lo que son los municipios de El Venado, Moctezuma, Ahualulco, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Villa Hidalgo, Villa Arista, Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro y San Nicolás Tolentino. Varias áreas dispersas al sur definen otra zona importante con vegetación secundaria arbustiva en los municipios de Villa de Arriaga, Villa de Reyes, Santa María del Río y Tierra Nueva.

La Huasteca Potosina presenta vegetación secundaria arbustiva al sur del municipio de Aquismón y en el municipio de Xilitla de forma más importante, aunque también se identifica en los demás municipios que forman parte de esta región.(Ver figura III.4.1.3-8).

Figura III. 35 Mapa de vegetación de San Luis Potosí



Cabe destacar que en el análisis para el desarrollo del presente proyecto, no se identificó vegetación de carácter e importancia ecológica ya que como se ha venido señalando a lo largo del presente estudio el Sistema de Distribución se realizará por derechos de vía existentes, dentro y exclusivamente en la zona conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez Y Municipio de Villa de Reyes, los cuales presentan condiciones altamente perturbadas ya que a lo largo de los años han sido afectados por el crecimiento urbano y actividades antropogenicas así como servicios urbanos como son, vialidades, drenaje, telefonía, infraestructura eléctrica, fibra óptica entre otros.

Además, de acuerdo con el uso de suelo y vegetación. Serie VI, INEGI, del Sistema ambiental regional se encuentra clasifica de la siguiente manera: agricultura humedad anual, con un porcentaje de superficie ocupada de 0.0811, la agricultura de riego anual 2.1904 %, la agricultura de riego anual y semipermanente un 17.31 %, en la agricultura de riego semipermanente de 0.8882 %, respecto a la agricultura de temporal anual 10.2691 %, agricultura de temporal anual y permanente de 9.5531 %, respecto al rubro de agua 0.7914 %, en bosque cultivado un 0.7969 %, matorral crasicaule un 3.0222 %, el matorral desértico micrófilo 0.0632 %, pastizal inducido un 0.1389 %, pastizal natural 10.0601 %, en urbano construido un 31.8 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque un 0.1471 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque encino un 0.2727 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino un 5.0575 %, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule 3.5133 %, vegetación secundaria arbustiva de matorral micrófilo de 2. 9472 %, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural sin valor de superficie ocupada, siendo el urbano construido el de mayor superficie ocupada y la agricultura de riego anual y semipermanente, tal como se observa a continuación.

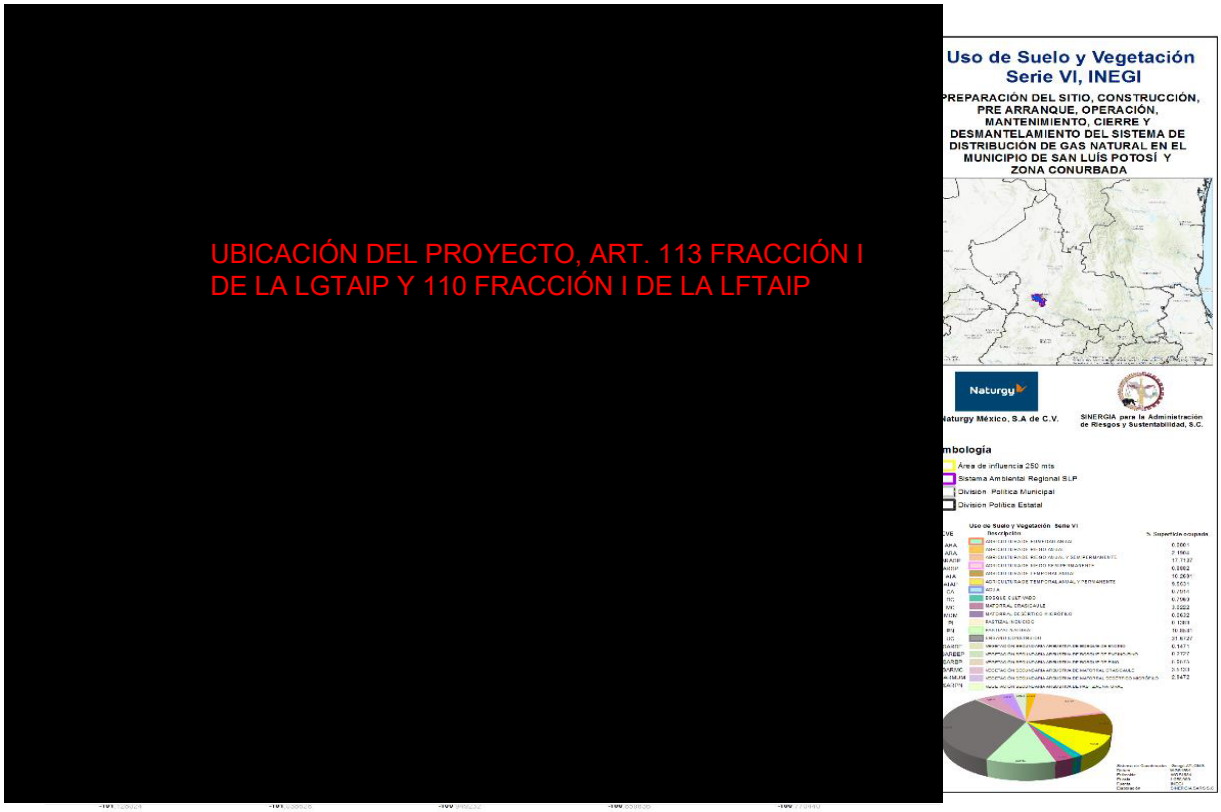


Figura III. 36 Uso de suelo y vegetación exístete dentro del sistema ambiental regional

De acuerdo con ello, y con lo observado dentro de la capa vectorial de uso de suelo y vegetación. Serie VI, en el área de influencia los suelos existentes se clasifican de la siguientes manera: la agricultura de humedad anual el porcentaje de superficie que ocupa es de 0.1499%, la agricultura de riego anual ocupa el 1.7854 %, agricultura de riego anual y semipermanente un 15.1425 % de superficie, la agricultura temporal anual de 8.2658 %, para la agricultura temporal anual y permanente de 6.4461 %, en el punto de agua ocupa un 0.5593 %, también otro uso es el bosque cultivado 1.4916 %, matorrales crasicuale 0.8825 %, para el pastizal inducido 0.2245 %, el pastizal natural con una superficie de 2.1465 %, el punto de urbano construido abarca un 57.5623 %, la vegetación secundaria arbustiva matorral crasicuale con una extensión de 1.9380 %, vegetación secundaria arbustiva matorral desértico micrófilo en un 1.6435 %, y una vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de 1.7612 %. Siendo el urbano construido en mayor proporción de uso de suelo y la agricultura de riego anual y semipermanente. De acuerdo con lo anterior dentro del anexo VIII.2 se presenta vegetación encontrada en el sitio tras realizar puntos de avistamiento. Tal como se puede observar a continuación.

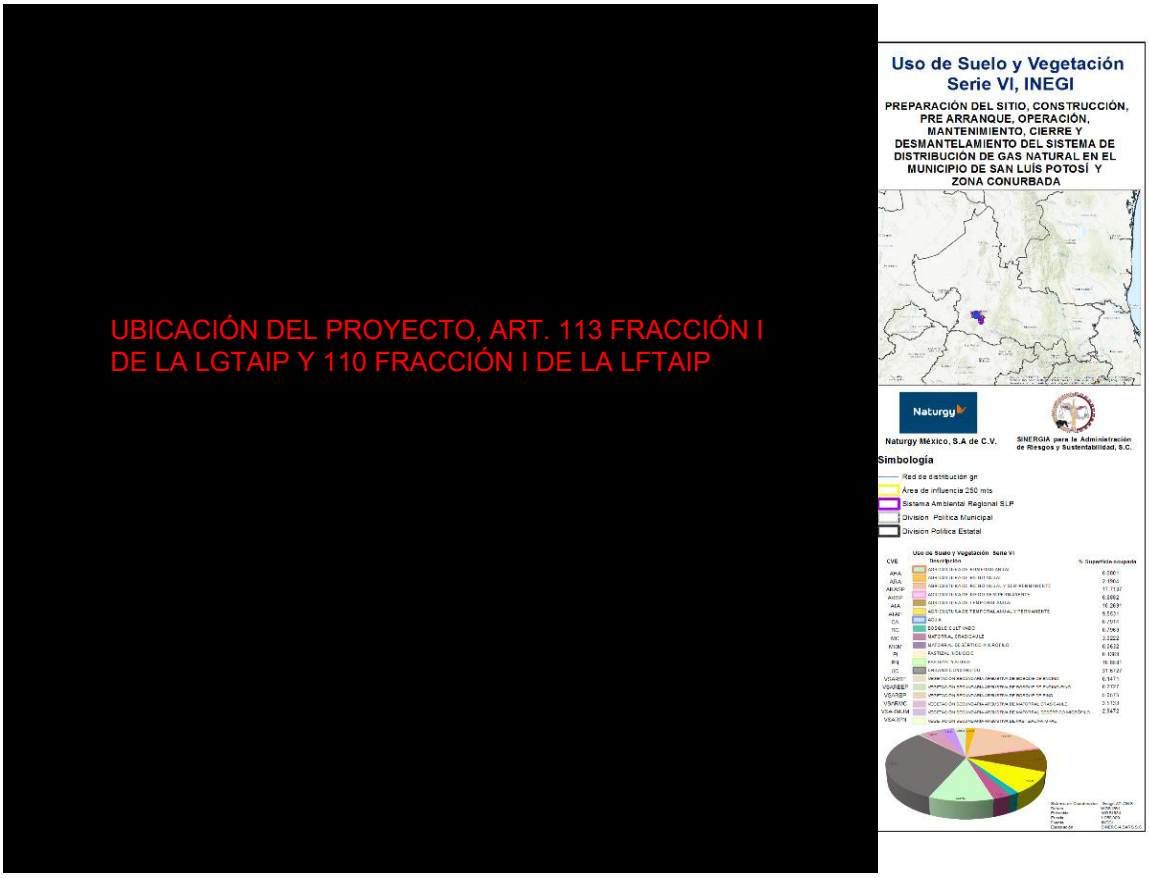


Figura III. 37 Uso de suelo y vegetación presente dentro del área de influencia

III.2.2.2. Fauna

El estado de San Potosí ocupa el noveno lugar nacional en biodiversidad (incluye flora y fauna), esto se debe a la amplia variedad de condiciones climáticas, tipos de suelo, hidrología, geología así como por su ubicación, pues convergen las dos regiones biogeográficas del continente: neártica y neotropical (Torres y Sierra, 2003). En el Estado se encuentran cuatro de las 32 provincias bióticas del país, las cuales son unidades mayores o centros de distribución de agrupaciones generales de especies, dando atención a las relaciones bióticas y a la historia geológica. El criterio de división se basa en rasgos morfotectónicos correlacionados con la distribución de especies endémicas. Así, en San Luis Potosí se encuentran cuatro de las 20 provincias mastofaunísticas y cinco de las quince provincias herpetofaunísticas (CONABIO). En el estado se han registrado 891 especies de vertebrados: 62 especies de peces, 41 de anfibios, 147 de reptiles, 487 de aves y 154 de mamíferos (Martínez de la Vega, 1995, 1999, 2007).

Sin embargo en la región del Altiplano Potosino-Zacatecano se encontró que 78 especies, en su mayoría aves y mamíferos, son aprovechadas por campesinos dentro de once categorías o formas

de uso: aves de jaula, autoconsumo, medicinal, mascotas, amuletos, peletería, juguetes, cetrería, taxidermia, hibridación, así como uso de insectos para obtención de miel y cera (Mellink et al. 1986, 1988). (Anexo VIII.10)

Debido a que el área de influencia del Sistema de Distribución se localiza en una zona urbana, sólo se observaron especies de aves propias de zonas urbanas, tales como el zanate (Quiscaus mexicanus) y el gorrión inglés (Passer domesticus). Por lo que no se observaron especies endémicas o con estatus de conservación.

III.2.3. Perfil Socio- Económico

Las conclusiones más importantes del diagnóstico socio-demográfico del Estado de San Luis Potosí, en el período 1980-2010, son las siguientes:

En primer lugar: Se han mantenido las tendencias históricas de crecimiento demográfico moderado y paulatinamente menos dinámico. Una creciente concentración en la distribución territorial de la población, específicamente en la conurbación de San Luis Potosí–Soledad de Graciano Sánchez. La consolidación como polos regionales de los centros de población de Ciudad Valles, Matehuala y Rioverde-Ciudad Fernández. La persistencia en la emigración de un número importante de potosinos, hacia los Estados Unidos, Canadá, el Distrito Federal y otros estados del país. La permanencia de comunidades rurales caracterizadas por su diversidad étnica y su alta dispersión en el territorio de la entidad, particularmente en la Región Huasteca.

En segundo lugar: Se observa se han reducido las condiciones de marginación en la sociedad potosina así como, se han elevado los niveles educativos de sus habitantes.

CONTENIDO GENERAL

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO 3

III.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 3

III.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS. 7

III.2.1.1. PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS 8

III.2.1.2. SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS. 9

III.2.1.3. SISTEMAS DE TOPOFORMAS 10

III.2.1.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS 11

III.2.1.5. PRECIPITACIÓN 17

III.2.1.6. VIENTOS. 21

III.2.1.7. - GEOLOGÍA Y SUELO 24

III.2.1.8. HIDROLOGÍA 34

III.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS 46

III.2.2.1. VEGETACIÓN. 46

III.2.2.2. FAUNA 51

III.2.3. PERFIL SOCIO- ECONÓMICO 52

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA III. 1 PRECIPITACIÓN SAN LUIS POTOSÍ. 18

TABLA III. 2 DATOS RELATIVOS A LA DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 23

TABLA III. 3 GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ. 29

TABLA III. 4 GEOLOGÍA DE VILLA DE REYES 31

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

FIGURA IV. 1 UBICACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ EN LA REPÚBLICA MEXICANA. 4
FIGURA III. 2 DIVISIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 5
FIGURA III. 3 FISIOGRAFÍA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 8
FIGURA III. 4 PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS PRESENTES EN EL SAR 9
FIGURA IIIB'. 5 SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 10
FIGURA III. 6 SISTEMAS DE TOPOFORMAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO. 11
FIGURA III. 7 CLIMAS DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 12
FIGURA III. 8 DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DE SAN LUIS POTOSÍ 13
FIGURA III. 9 CLIMA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 14
FIGURA III. 10 CLIMA DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ. 15
FIGURA IV. 11 CLIMA DEL MUNICIPIO DE VLIIA DE REYES. 16
FIGURA III. 11 CLIMAS DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO 17
FIGURA III. 12 MAPA DE PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 19
FIGURA III. 13 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 20
FIGURA IV. 15 PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN MM DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ 21
FIGURA IV. 16 ESTACIONES Y PARÁMETROS DE LA RED DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE SAN LUIS POTOSÍ 22
FIGURA III. 17 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 22
FIGURA IV. 18 DIRECCIÓN DEL VIENTO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ 24
FIGURA III. 19 MAPA DE GEOLOGÍA Y SUELOS DE SAN LUIS POTOSÍ 25
FIGURA III. 20 MAPA DE GEOLOGÍA DE SAN LUIS POTOSÍ 28
FIGURA III. 21 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DE SAN LUIS POTOSÍ 28
FIGURA III. 22 MAPA DE GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 29
FIGURA IV. 23 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ 30
FIGURA III. 24 MAPA DE GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE VILLA DE REYES 31
FIGURA III. 25 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DEL MUNICIPIO DE VILLA DE REYES 32
FIGURA III. 26 GEOLOGÍA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO 33
FIGURA III. 27 EDAFOLOGÍA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO 34
FIGURA III. 28 MAPA DE HIDROLOGÍA DE SAN LUIS POTOSÍ. 42
FIGURA III. 29 MAPA DE SUELOS DOMINANTES DE SAN LUIS POTOSÍ 43
FIGURA III. 30 CUENCA HIDROGRÁFICA DENTRO DE SISTEMA AMBIENTAL 44
FIGURA III. 31 SUBCUENCAS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 44
FIGURA IV. 32 HIDROGRAFÍA PRESENTE DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 45
FIGURA III. 33 ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 46
FIGURA III. 34 MAPA DE AGRICULTURA Y VEGETACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 47
FIGURA III. 35 MAPA DE VEGETACIÓN DE SAN LUIS POTOSÍ 49
FIGURA III. 36 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EXÍSTETE DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 50
FIGURA III. 37 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTE DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA 51

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

III.1. Delimitación del área de estudio.

Considerando que para el estado de San Luis Potosí no existe un Programa de Ordenamiento Ecológico, decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación, se partió de los criterios mencionados en la guía del presente estudio.

a) Se consideraron las dimensiones del proyecto, tipo de y distribución de las obras y actividades desarrolladas, factores sociales (poblados cercanos), usos de suelo permitidos por los planes de desarrollo urbano así como el tipo de conservación altamente modificado, considerando que el proyecto se desarrolla en el área urbana y conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el municipio de Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes.

Por lo anterior, el área en la que se desarrolla el proyecto para el Sistema de Distribución para la Ciudad de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes se aloja en los Municipios de San Luis Potosí; Soledad de Graciano Sánchez, y Villa de Reyes, Estado de San Luis Potosí, específicamente en la zona conurbada de la ciudad de dichos municipios, razón por la cual para el presente estudio de descripción ambiental se propuso como área de influencia de estudio, la zona conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el municipio de Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes., específicamente se delimito a las calles por donde se instaló la tubería de gas natural y cuya lista se presentó en la memoria técnico descriptiva señalada en el capítulo II del presente estudio.

Asimismo, el proyecto consiste en la operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural en la zona conurbada de San Luis Potosí, el radio de máxima afectación según los escenarios de riesgo por fuga de gas natural por ruptura total del ducto de mayor diámetro (24 pulgadas) por golpe de excavación por maquinaria industrial que de acuerdo a las modelaciones realizadas fue en el área de amortiguamiento de 814.6 metros. Es decir, cualquier escenario de riesgo no saldrá de los límites de la zona conurbada de San Luis Potosí.

Finalmente se decidió utilizar como criterio de delimitación del Sistema Ambiental y/o área de influencia de estudio el límite de la zona conurbada de San Luis Potosí. Por lo anterior el Área de influencia de estudio específicamente se delimitó como las calles por donde se instaló la tubería de gas natural y cuya lista se presentó en la Memoria Técnico Descriptiva señalada en el Capítulo II de esta manifestación de impacto ambiental.

Para lo anterior, se realizará un análisis de lo general a lo particular partiendo del estado de San Luis Potosí para continuar con los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, y Villa de Reyes.

III.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

El Estado de San Luis Potosí se localiza en la porción centro oriental de la República Mexicana y se sitúa entre las coordenadas extremas 21°09 48 a 24°31 37 de la latitud norte, así como 98°20 34 a 102°17 13 de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Cuenta con una superficie de 63,778 km2 la cual representa el 3.1% de la superficie del País y está conformado por 58 Municipios.

Figura IV. 1 Ubicación del Estado de San Luis Potosí en la República Mexicana.

En las siguientes imágenes se muestra la localización de los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes y la localización del Sistema de Distribución en carta topográfica.

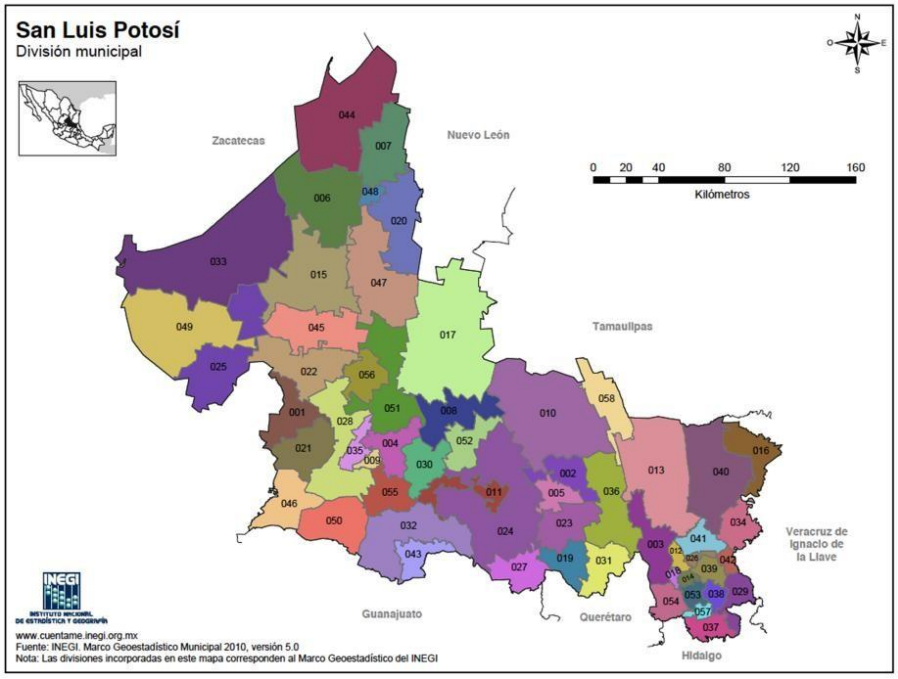


Figura III. 2 División Política del Estado de San Luis Potosí

San Luis Potosí

División municipal

001 Ahualulco
002 Alaquines
003 Aquismón
004 Armadillo de los Infante
005 Cárdenas
006 Catorce
007 Cedral
008 Cerritos
009 Cerro de San Pedro
010 Ciudad del Maíz
011 Ciudad Fernández
012 Tancanhuitz
013 Ciudad Valles
014 Coxcatlán
015 Charcas
016 Ebano
017 Guadalcázar
018 Huehuetlán
019 Lagunillas
020 Matehuala
021 Mexquitic de Carmona
022 Moctezuma
023 Rayón
024 Rioverde
025 Salinas
026 San Antonio
027 San Ciro de Acosta
028 San Luis Potosí
029 San Martín Chalchicuautla
030 San Nicolás Tolentino
031 Santa Catarina
032 Santa María del Río
033 Santo Domingo
034 San Vicente Tancuayalab
035 Soledad de Graciano Sánchez
036 Tamasopo
037 Tamazunchale
038 Tampacán
039 Tampamolón Corona
040 Tamuín
041 Tanlajás
042 Tanquián de Escobedo
043 Tierra Nueva
044 Vanegas
045 Venado
046 Villa de Arriaga
047 Villa de Guadalupe
048 Villa de la Paz
049 Villa de Ramos
050 Villa de Reyes
051 Villa Hidalgo
052 Villa Juárez
053 Axtla de Terrazas
054 Xilitla
055 Zaragoza
056 Villa de Arista
057 Matlapa
058 El Naranjo

INEGI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

www.cuentame.inegi.org.mx
Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 5.0
Nota: Las divisiones incorporadas en este mapa corresponden al Marco Geoestadístico del INEGI

III.2.1. Aspectos abióticos.

La zona geográfica definida por estas delimitaciones cuenta con elementos de Infraestructura como son: carreteras, línea ferroviaria, líneas de alta tensión y gasoductos, así como una ubicación estratégica que permite el desarrollo del presente motivo de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

El Estado comparte tres grandes provincias fisiográficas de México, las cuales son: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte y Mesa del Centro, derivado de que la Sierra Madre Oriental atraviesa el territorio estatal de noroeste a sureste, a lo cual se suma el que se presenta una división orográfica significativa en su parte central, la cual conforma una Región de valles y lomeríos. Además, el Estado se encuentra muy cercano al Golfo de México y en la latitud del Trópico de Cáncer, lo cual se traduce en que su territorio presente muy variadas condiciones de altitud, que oscilan desde prácticamente el nivel del mar hasta más de 3000 metros sobre el mismo, así como a las consecuentes variaciones en las condiciones climáticas de su territorio en términos de precipitación pluvial, humedad relativa, ventilación natural, temperaturas y la capacidad de retención de humedad del suelo y la atmósfera.

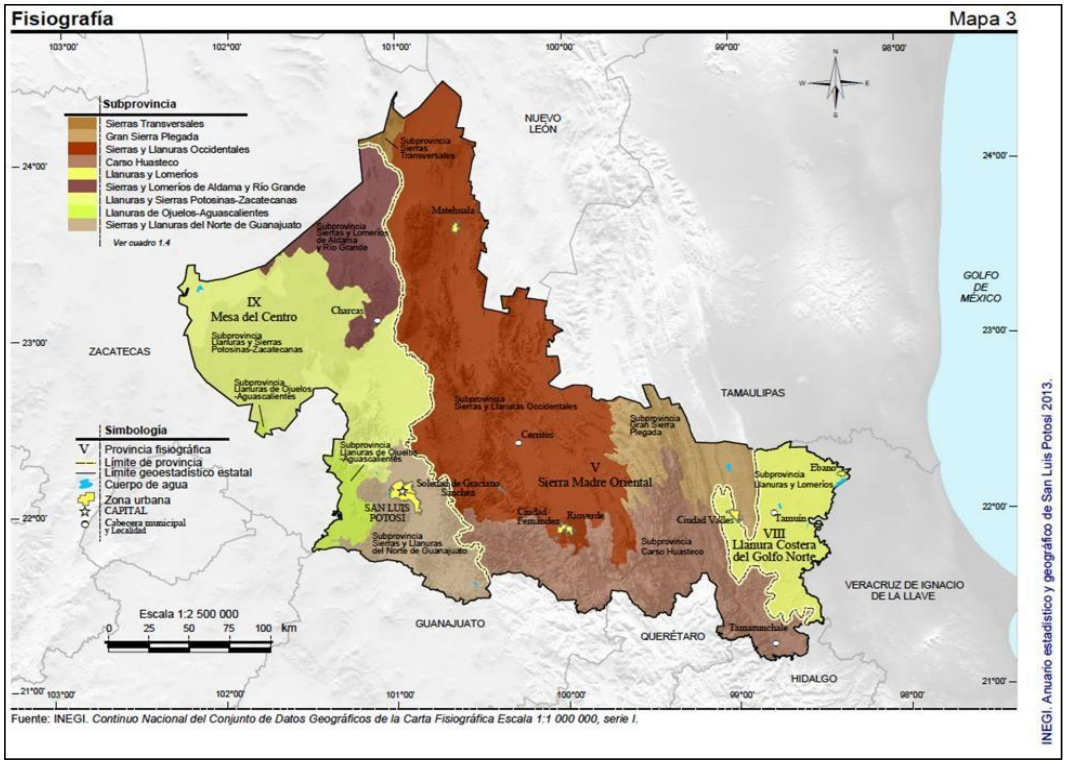


Figura III. 3 Fisiografía del estado de San Luis Potosí

III.2.1.1. Provincias fisiográficas

El Estado de San Luis Potosí tiene como provincias Mesa del Centro ubicada a lo largo de San Luis Potosí y Zonas aledañas y la provincia de la Sierra Madre Oriental extendida en el Municipio el Cerro de San Pedro. Cabe señalar que el área definida como SAR incide dentro de la Provincia fisiográfica Mesa del Centro la cual se describe a continuación.

Mesa del Centro: La Mesa Central es una provincia fisiográfica caracterizada por ser una región elevada que internamente puede subdividirse en dos regiones. La región sur tiene cotas que se encuentran por encima de los 2 000 msnm, con excepción del valle de Aguascalientes, es una zona montañosa cubierta en su mayor parte por rocas volcánicas cenozoicas. La región norte, que es de mayor extensión, muestra un estado de erosión más avanzado que la región sur, tiene grandes cuencas continentales rellenas de sedimentos aluviales y lacustres, y presenta cotas por debajo de los 2 000 msnm. El límite norte de la Mesa Central lo constituye el Sector Transversal de Parras de la Sierra Madre Oriental. Los otros tres límites, este, oeste y sur están formados por sistemas de fallas regionales en los que se ha documentado actividad cenozoica. El límite este lo forma el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende cuya edad de actividad varía de norte a sur de Oligoceno en la región central (San Luis Potosí) a Mioceno hacia el límite sur (San Miguel de Allende). El límite sur

lo forma la falla del Bajío cuya actividad documentada abarca del Oligoceno al Mioceno medio, al igual que el graben de Aguascalientes que constituye la parte sur del límite poniente de la Mesa Central. Hay una gran estructura que constituye el límite de las regiones norte y sur de la Mesa Central y buena parte de su límite occidental. Ese gran sistema de fallas denominado San Luis–Tepehuanes muestra evidencias de actividad durante el Eoceno y Oligoceno, y se puede documentar actividad Plioceno-cuaternaria solamente en su porción NW

A continuación podemos observar la incidencia del Sistema ambiental regional, area de influencia y área del proyecto con las provincias fisiográficas.

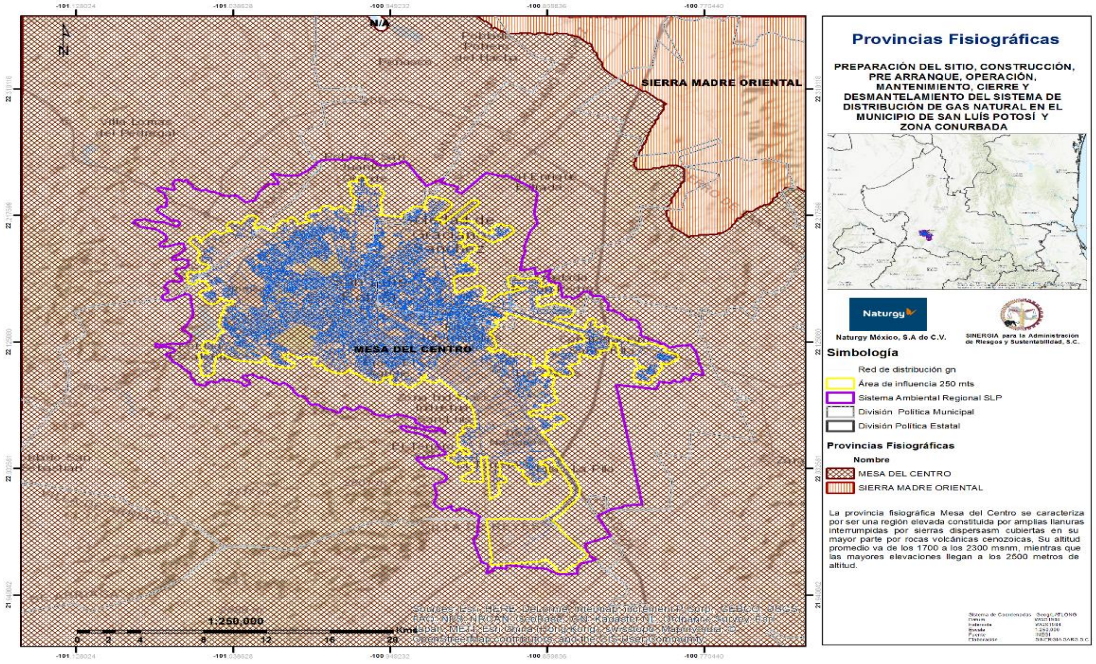


Figura III. 4 Provincias fisiográficas presentes en el SAR

III.2.1.2. Subprovincias fisiográficas

Las Subprovincias fisiográficas del Estado de San Luis Potosí, están conformadas por las llanuras de ojuelos-Aguascalientes, las llanuras y sierras Potosino-Zacatecanas, también la sierra y llanuras de Guanajuato, así como sierras y llanuras Occidentales, donde la mayoría están en suelo denominados Feozems, distribuidos en todos los sistemas de topoformas, en las sierras esto es de forma residual, dichos suelos son el sostén de pastizales de tipo natural e inducidos. Las subprovincia fisiográfica que incide con el Sistema ambiental regional son: Llanuras y sierras potosino-zacatecano y Sierras y llanuras del norte de Guanajuato. A continuación, se observa esta incidencia.

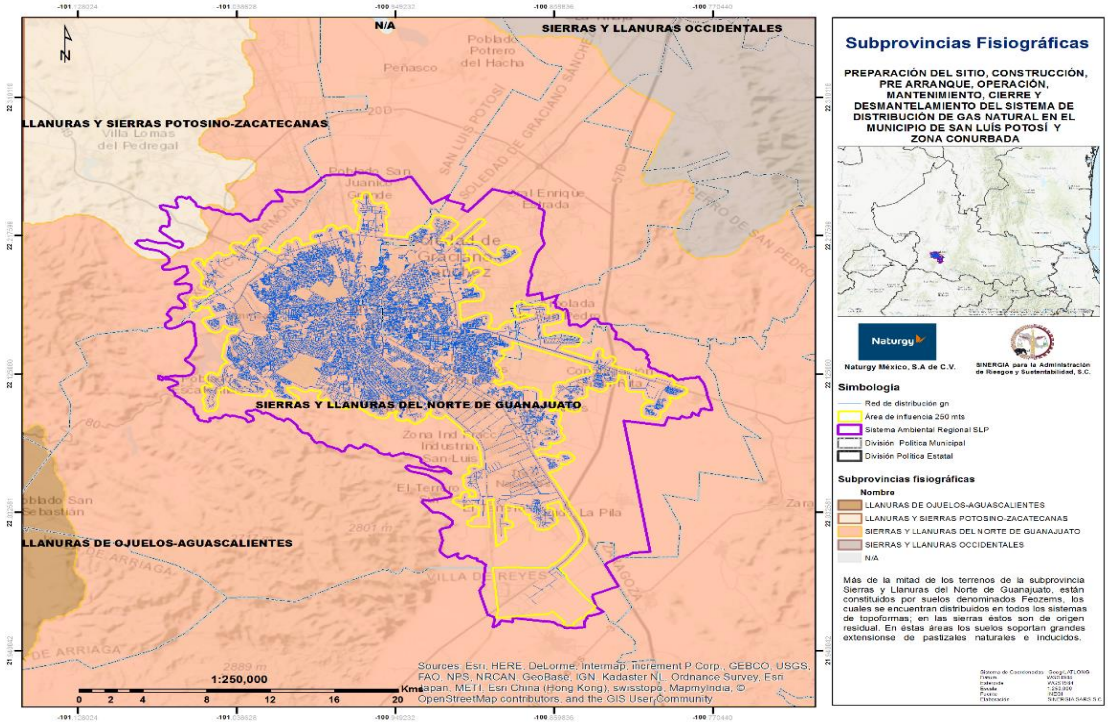


Figura IIIB'. 5 Subprovincias fisiográficas presentes en el sistema ambiental regional.

III.2.1.3. Sistemas de topoformas

En el Estado de San Luis Potosí, están los Sistemas Topoformas clasificados de la siguiente manera: Llanura desértica extendiéndose en los Municipios Gral. Enrique Estrada, San Juanico el Grande y parte de Armona, también se contempla la llanura desértica de piso rocoso o cementado, abarcando el Municipio La Pila, Tres Naciones y Santa Rita, para el caso del sistema topoformas denominado Meseta disectada con cañadas, ubicada en el Municipio Villas del Pedregal y en sistema de Sierra alta escarpada con mesetas, localizadas en el Poblado San Sebastián, todas estos sistemas están en el Área de influencia excepto Meseta disectada con cañadas, pero influyendo en el Sistema Ambiental Regional. lo anterior lo podemos observar en la siguiente figura.

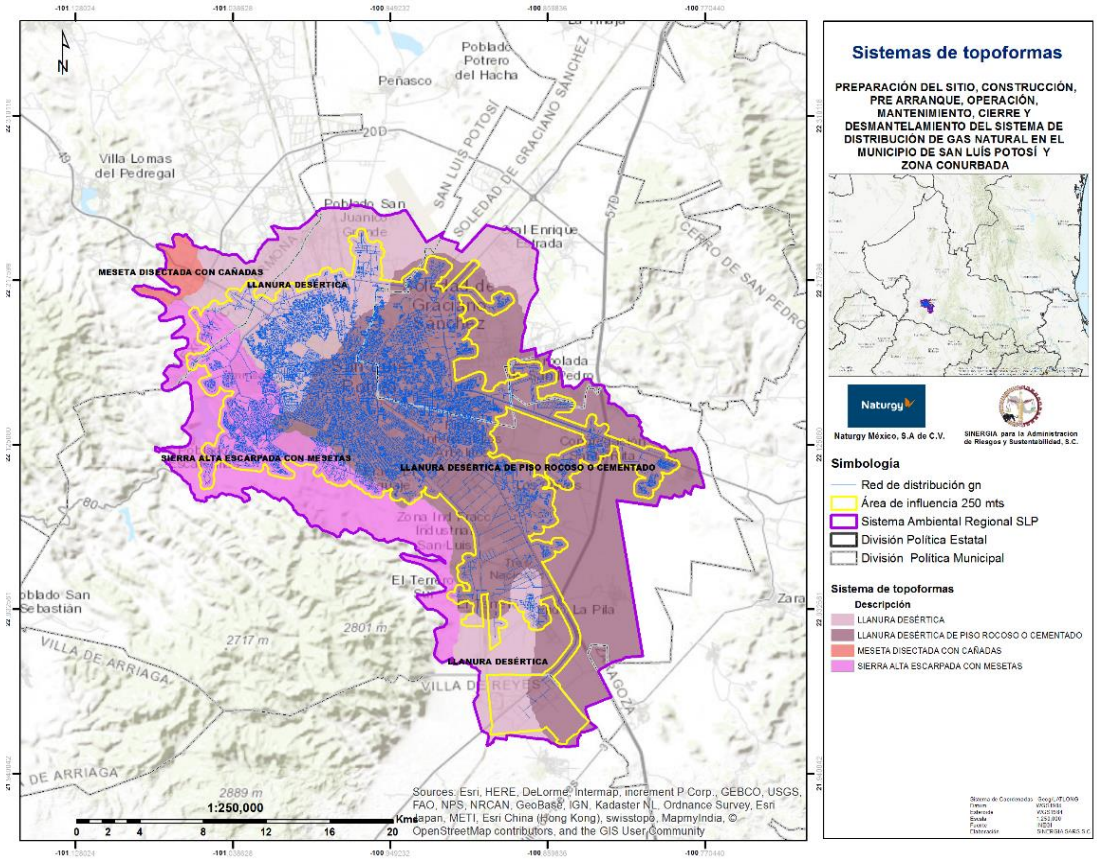


Figura III. 6 Sistemas de topoformas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

III.2.1.4. Características Climáticas

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1981) en el Estado de San Luis Potosí, se observan los tipos de clima que se describen a continuación

En este sentido y de acuerdo a lo reportado por el INEGI, El clima que predomina es el seco y semiseco ya que se presenta en el 71% de la superficie del Estado, el 15% está representado por el clima cálido subhúmedo, localizado en la parte este de la Sierra Madre Oriental, el 10% está representado por clima cálido húmedo, el cual se localiza hacia la Llanura Costera del Golfo, el 2.5% es clima muy seco localizado en la Mesa del Centro y el extremo norte del Estado, el 1.5% es templado subhúmedo y se localiza en las llanuras que se encuentran entre las sierras. También se presenta clima templado húmedo en un área muy reducida hacia el sureste del Estado.

La temperatura media anual del estado es de 21°C, la temperatura mínima promedio es de 8.4°C que se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de 32°C se presenta en el mes de mayo.

Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es alrededor de 950 mm anuales.

La actividad agrícola se realiza principalmente en la zona de la huasteca, donde se presentan los climas cálidos húmedos y subhúmedos, con cultivos como el maíz, cártamo, frijol, cebada, caña de azúcar, naranja, café, limón agrio, tuna y mango.

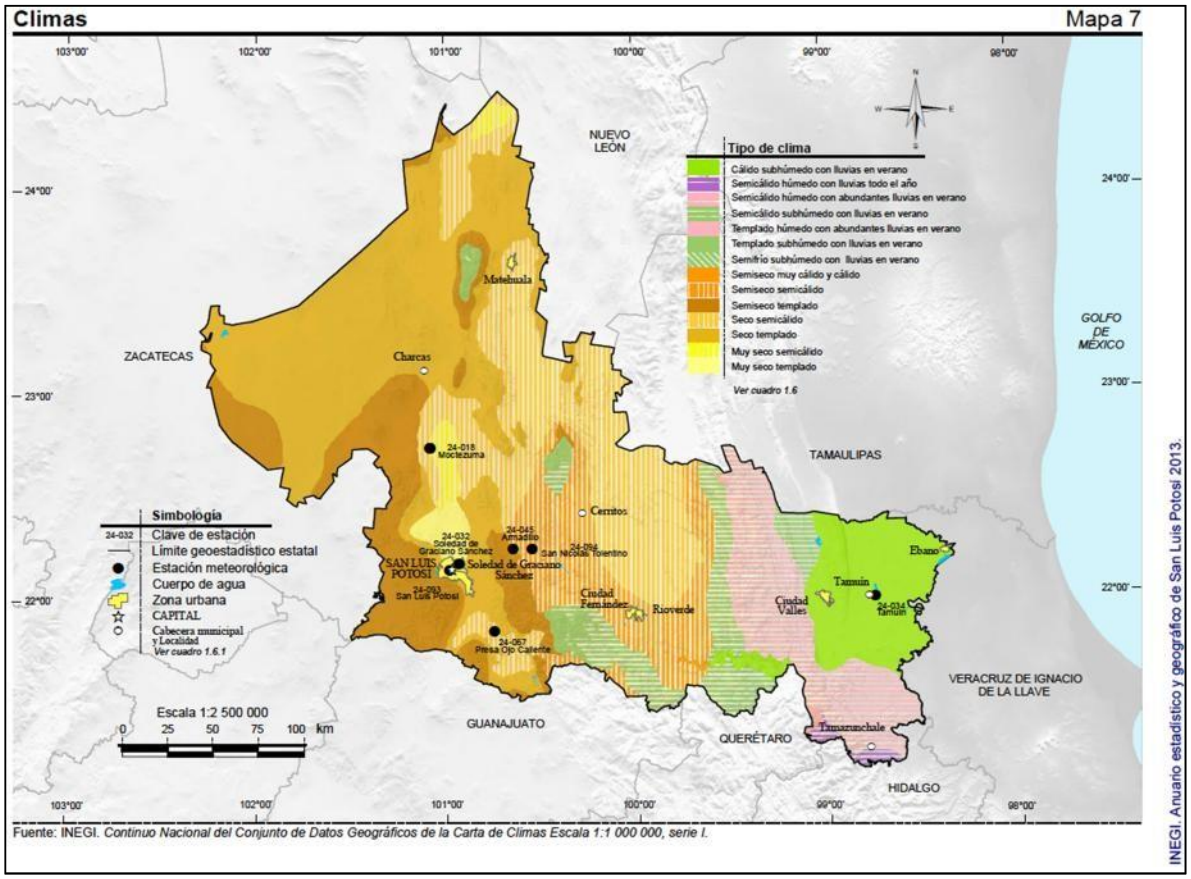
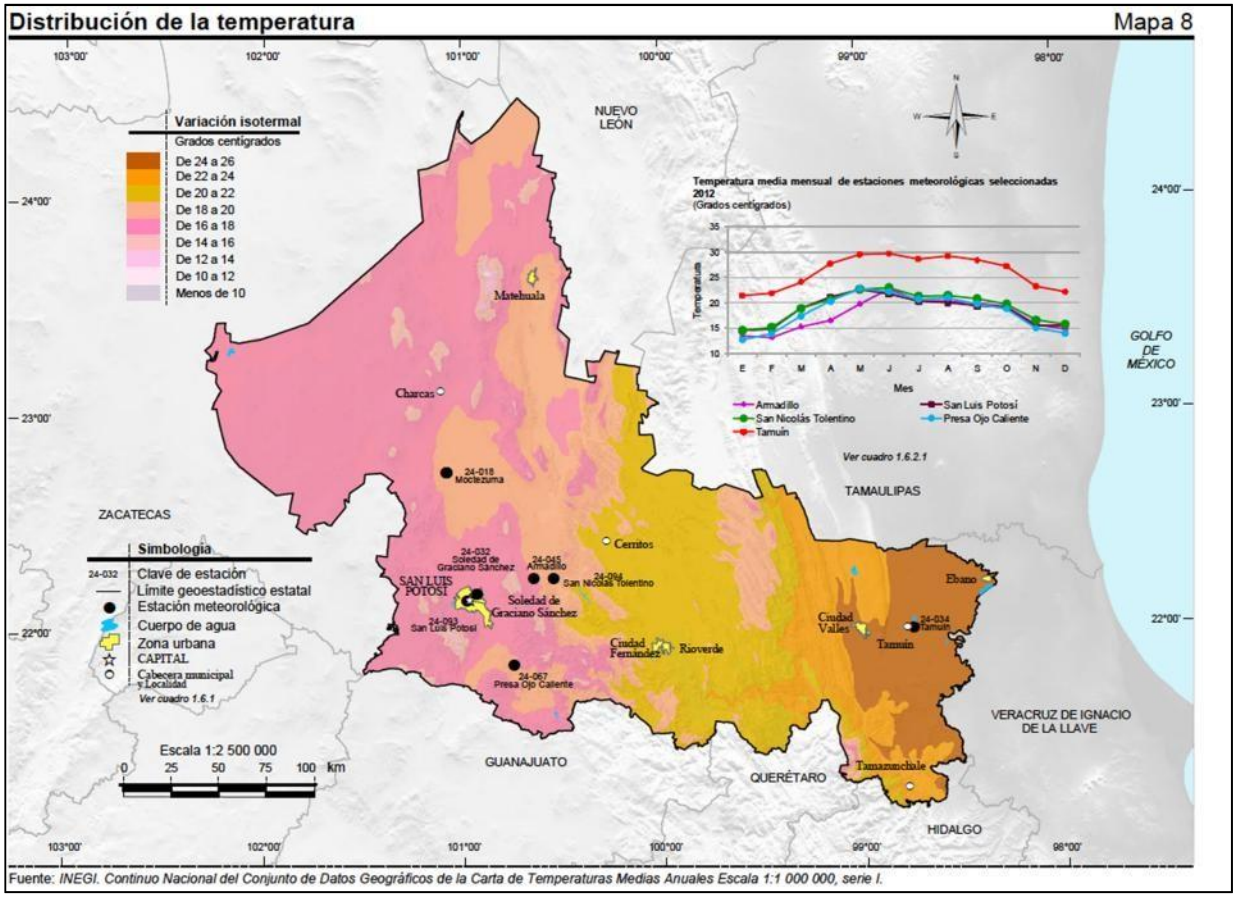


Figura III. 7 Climas del Estado de San Luis Potosí



Fuente: *INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Temperaturas Medias Anuales Escala 1:1 000 000, serie I.*

Figura III. 8 Distribución de temperatura de San Luis Potosí

Clima del municipio de San Luis Potosí.

El clima se encuentra determinado por diversos factores geográficos como el relieve, la altitud y latitud. En el Municipio estos factores ejercen su influencia definiendo un clima que pertenece al grupo de los secos (B), particular al tipo climático BS. Básicamente se registran dos climas: Clima seco templado con verano cálido BS0kw_ (e) g y Clima semiseco templado con verano cálido Bs1kw_(e).

El Municipio se encuentra ubicado en el Altiplanicie Mexicana, la cual tiene dos barreras que impiden que penetre la humedad proveniente de los mares hacia el interior: la Sierra Madre Oriental al este y la Sierra Madre Occidental al oeste; cabe señalar que la primera es la que ejerce mayor influencia en esta zona, ya que es en el Golfo de México es donde los vientos alisios se cargan de humedad.

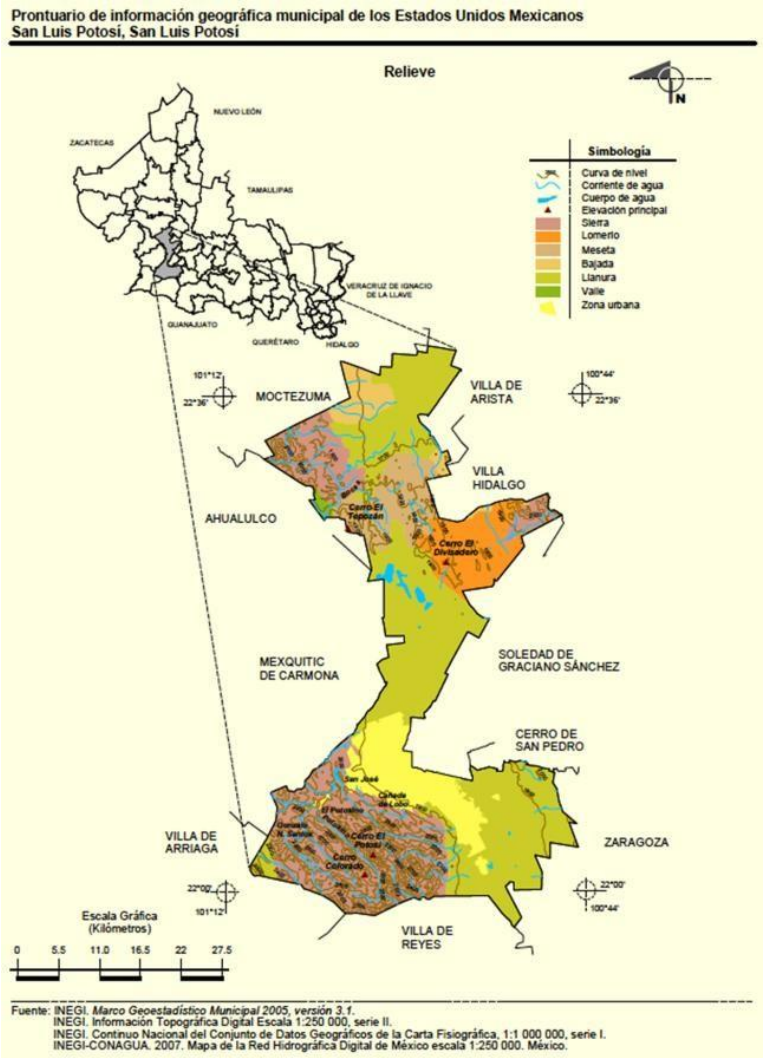


Figura III. 9 Clima del municipio de San Luis Potosí

Clima del municipio Soledad de Graciano Sánchez

Soledad de Graciano Sánchez se sitúa en zona tropical, continental, alejado y alto en relación al nivel del mar; en una planicie que debido a su ubicación física es poco favorecida por la influencia de la lluvia.

Por ser clima continental, la humedad que proviene del mar es escasa, ya que se encuentra a casi 400 Km. de distancia, por otro lado la sierra madre Oriental, Madre Occidental y Sierra Transversal

impide la llegada de fuertes precipitaciones a la región, con la que la hacen seca. De acuerdo a la altitud, el municipio se encuentra en zona cálida su altitud es de 1850 m. SNM; y su temperatura media es templada, las lluvias son escasas e irregulares, normalmente se concentran a finales de mayo y hasta mediados de octubre.

Hay dos estaciones principales bien definidas durante el año, el periodo invernal y el periodo estival. Predomina el clima seco templado con una franja al suroeste de clima semi seco templado, la temperatura media anual es de 17.1°C, la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frio es de noviembre a febrero.

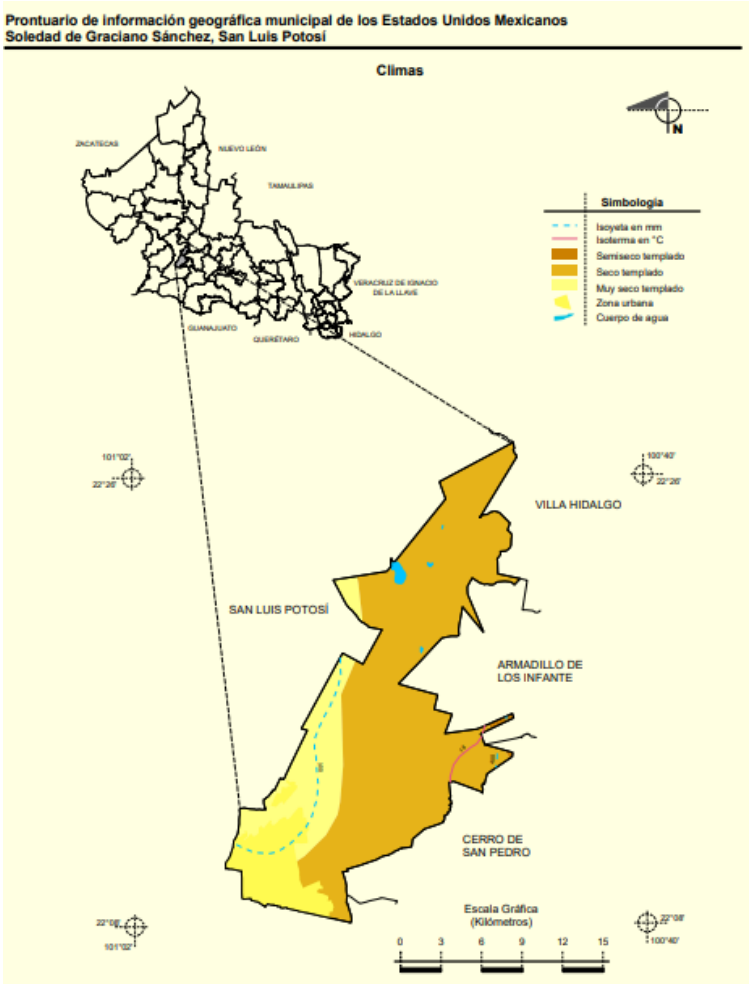
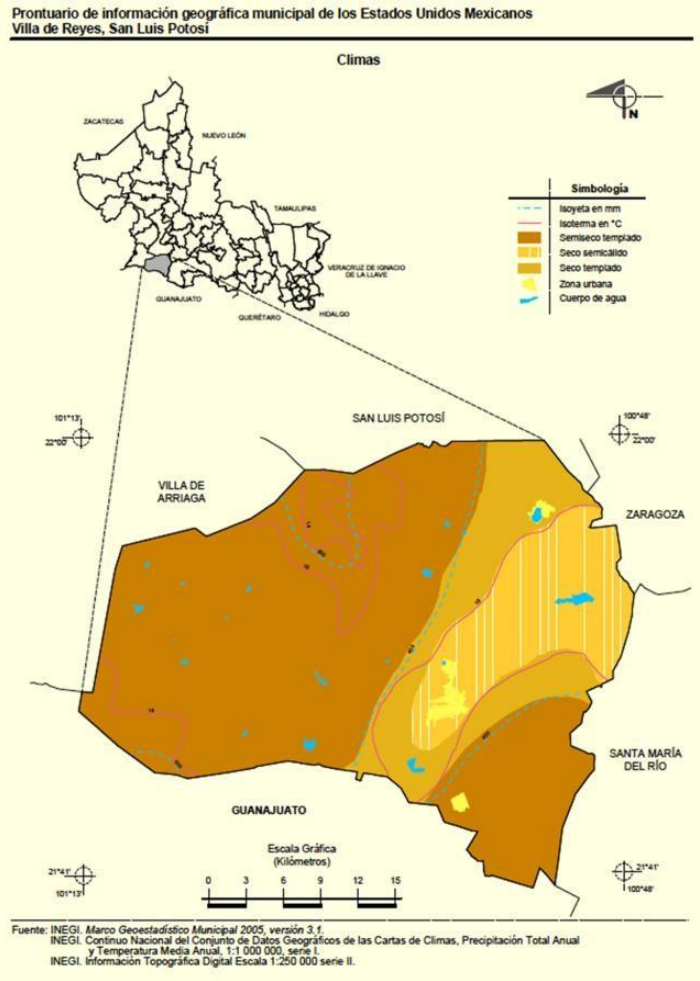


Figura III. 10 Clima del municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Clima del municipio de Villa de Reyes

Rango de temperatura de 12-20 º C. Clima semiseco templado (67.3%), seco templado (16.4) y seco semicalido (16.3%).

Figura IV. 11 Clima del municipio de Vliia de Reyes.



Conforme lo mencionado anteriormente, el sistema ambiental regional, así como el presente proyecto incide dentro de los climas semiárido templado con una temperatura media que de manera anual es entre los 12o C y 18o C grados centígrados, siendo en meses más cálidos alcanza una temperatura de 22o , el otro clima presente en dicho Estado es árido media que de manera anual es entre los 12o y 18o grados centígrados y en el mes con más frío oscila entre los -3o C y 18o C. Lo anterior lo podemos observar en la siguiente imagen.

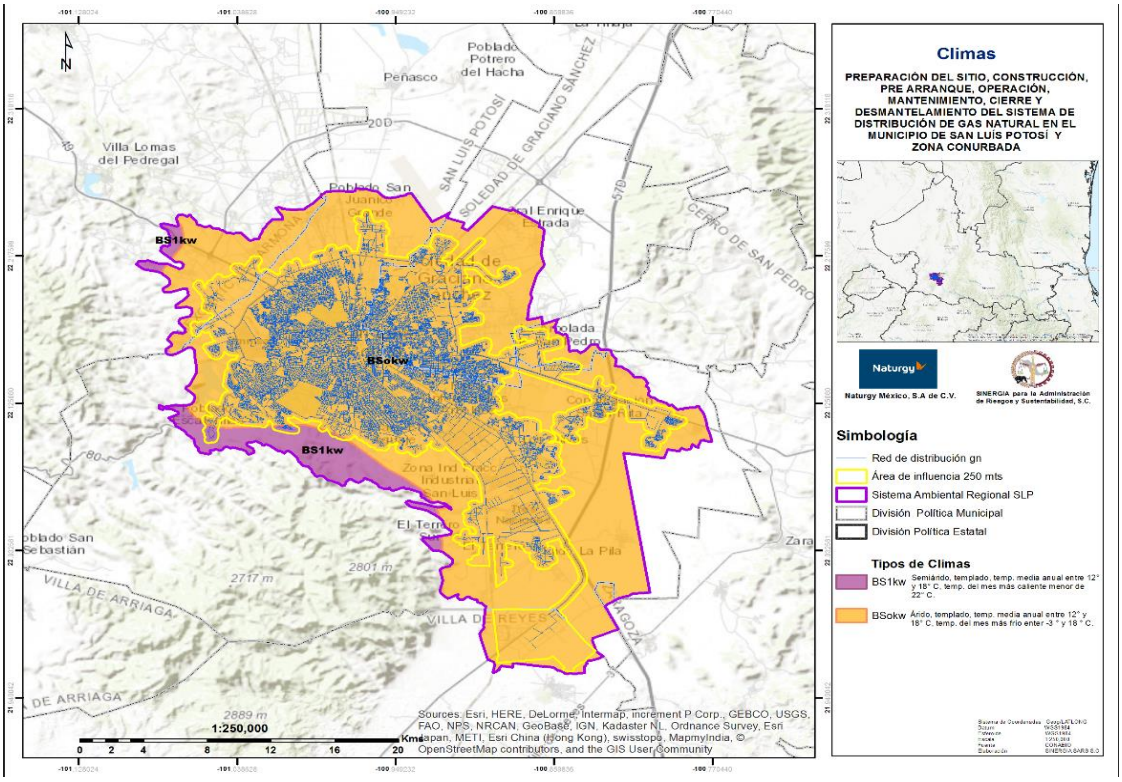


Figura III. 12 Climas dentro del sistema ambiental regional del proyecto

III.2.1.5. Precipitación

La hidrología del estado se nutre de una precipitación pluvial que varía desde unos 410 a más de 2,000 mm anuales, con la principal. poca de lluvias en verano y otra de menor importancia en invierno, que generan corrientes intermitentes en la mayor parte de la entidad y corrientes perennes en la región oriental y suroriental.

En un periodo de 10 años, la precipitación máxima del mes en 24 horas se ubica en julio con un valor de 236.4 mm. A continuación se presentan los datos recabados por el Sistema Meteorológico Nacional para el Municipio de San Luis Potosí.

Tabla III. 1 Precipitación San Luis Potosí

Estado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal Estándar	15.0	7.3	8.3	23.0	40.8	67.3	60.8	58.2	51.9	29.7	9.6	13.2	**385.3**
Máxima mensual	71.9	36.8	51.5	96.0	103.6	167.5	236.4	143.3	140.0	115.3	70.5	103.7	**236.4**
Año de máxima	1966	1965	1967	1986	1987	1970	1976	1988	1967	1990	1964	1979	**1976**
PER/QUINTIL 1	.2	.0	.0	1.0	10.9	28.4	13.2	15.6	16.6	3.7	.7	.6	
PER/QUINTIL 2	3.6	1.5	.0	8.7	21.3	46.4	39.1	42.9	39.0	15.8	3.6	3.7	
PER/QUINTIL 3	10.5	3.5	3.0	23.1	47.8	77.6	72.0	68.0	51.9	34.5	7.2	11.0	
PER/QUINTIL 4	27.5	15.2	11.8	43.7	68.2	103.0	83.3	92.8	70.7	50.0	15.2	21.4	
PER/QUINTIL 5	71.9	36.8	51.5	96.0	103.6	167.5	236.4	143.3	140.0	115.3	70.5	103.7	
Años con datos	**25**	**24**	**29**	**26**	**28**	**27**	**29**	**29**	**25**	**28**	**29**	**26**	

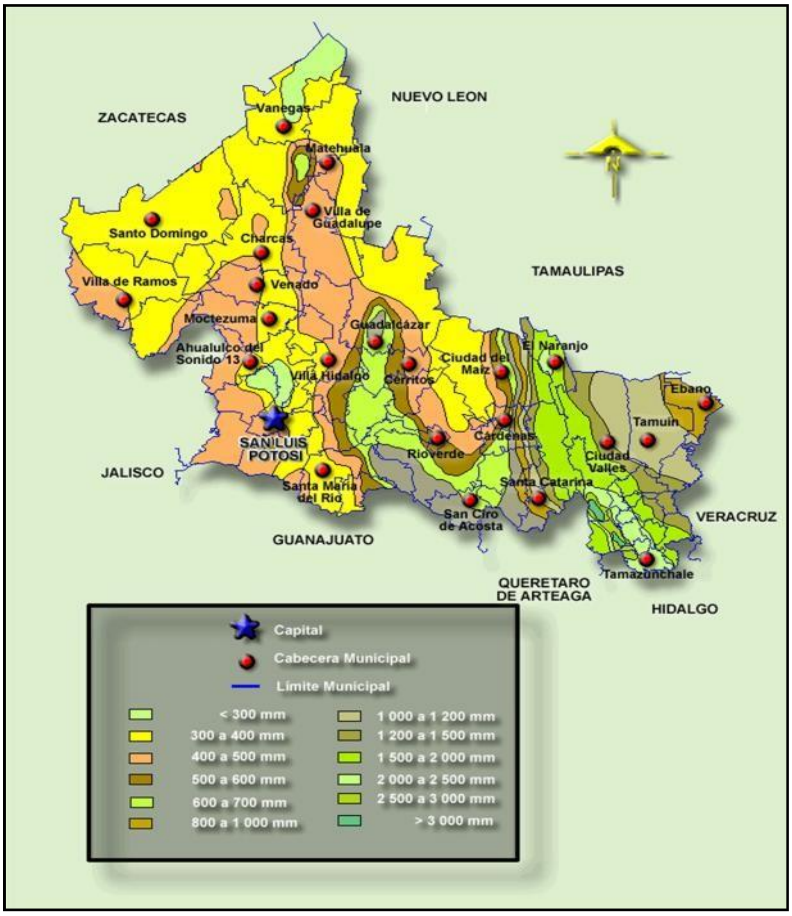
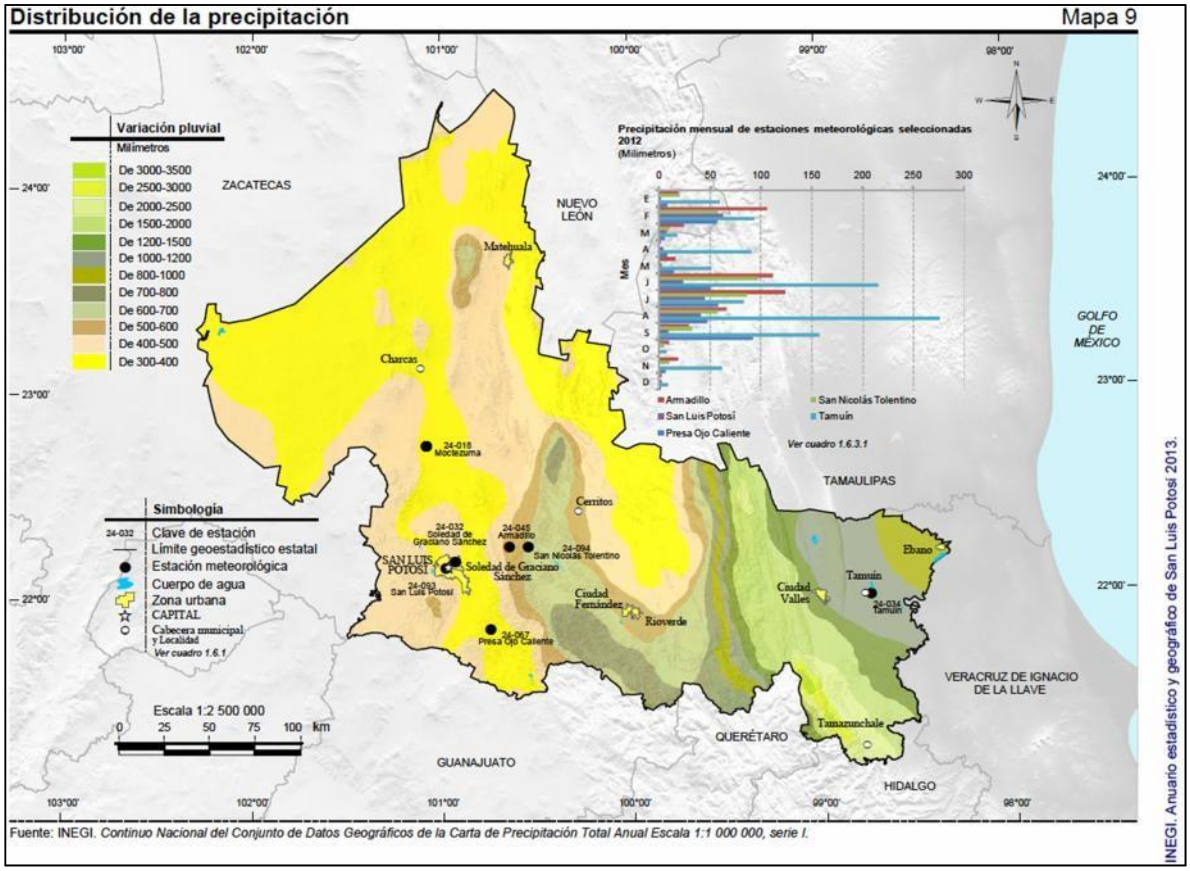


Figura III. 13 Mapa de Precipitación de San Luis Potosí



Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Precipitación Total Anual Escala 1:1 000 000, serie I.*

Figura III. 14 Distribución de la Precipitación de San Luis Potosí

En el Municipio de San Luis Potosí específicamente, la precipitación pluvial es escasa e irregular. La mayor parte del monto total de la precipitación cae en el periodo comprendido entre los meses de mayo y octubre, siendo la otra mitad del año la época más seca. La irregularidad de la lluvia es muy acentuada no solamente a lo largo del año, sino también de un año a otro, factor muy desfavorable para los organismos vivos en general. Por lo general, tenemos al igual que en el resto de la Meseta Central, tres años de lluvias regulares y cinco o seis de sequía, presentándose casualmente un año de cada once o más años extraordinariamente lluvioso. La precipitación promedio anual de 1979 al 2000 es de 356.9 mm y la precipitación promedio mensual más alta se presentó en el mes de junio con 63.3 mm y la más baja en el mes de marzo con 3.1 mm. No es común que se presente la precipitación en forma de granizo, ya que no se registra más de un día al año con este fenómeno.

La humedad relativa varía a lo largo del año, siendo la mayor en los meses de julio a octubre, en los cuales se registran humedades del 40 al 50%, mientras que febrero es el mes con menor humedad relativa, ya que no alcanza más del 30%.

La precipitación pluvial del municipio de Soledad de Graciano Sánchez es de 362 mm la cual se comporta de la siguiente manera en los mesas del año.

Figura IV. 15 Precipitación Pluvial en mm del municipio de Soledad de Graciano Sánchez

Elementos	Precipitación Pluvial en mm y Temperatura en °C											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
P. pluvial	24.7	2.0	46.1	1.0	40.6	195.7	42.5	49.3	115.5	15.5	0.00	5.0
T. media	11.5	11.8	15.9	18.9	20.1	19.5	18.8	20.3	18.6	18.5	15.0	11.2
T. min	2.0	5.0	7.0	8.0	12.0	12.0	13.0	13.0	12.0	9.0	4.0	5.0
T. max	26.0	27.5	30.0	33.5	33.0	35.0	31.0	30.0	28.0	29.0	27.0	27.0

La precipitación pluvial del municipio de Villa de Reyes es 300 – 600 mm

Por tal motivo el área del proyecto, área de influencia y su Sistema Ambiental Regional, se ubican dentro de un rango similar a los ya comentados dado a que se ubican sobre la misma región.

III.2.1.6. Vientos

Red de Monitoreo Atmosférico de San Luís Potosí

La ciudad de San Luis Potosí cuenta con cuatro estaciones de monitoreo atmosférico, tres fijas y una móvil, mismas que se encuentran equipadas como se señala en la tabla, la estación de monitoreo IPAC, opera desde 2006, la unidad móvil (que opera como fija, en la Facultad de Psicología) a partir de noviembre de 2008, la estación DIF está operando desde 2010, y en 2011 entró en operación la estación BIB, esta última fue adquirida con apoyo del Programa de Egresos de la Federación. El Sistema de Medición de Calidad del Aire se encuentra a cargo del gobierno del estado, a través de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental, SEGAM.

Figura IV. 16 Estaciones y parámetros de la red de monitoreo atmosférico de San Luis Potosí

Estación	Clave	O_3	NO_2	SO_2	CO	PM10	VV	DV	TMP	HR	PP	RS	PB
IPAC	IPAC	■											
DIF	DIF	■	■	■									
Facultad Psicología	UMO		■	■	■	■							
Biblioteca	BIB	■											

La ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico de San Luis Potosí, se puede observar en la siguiente figura.

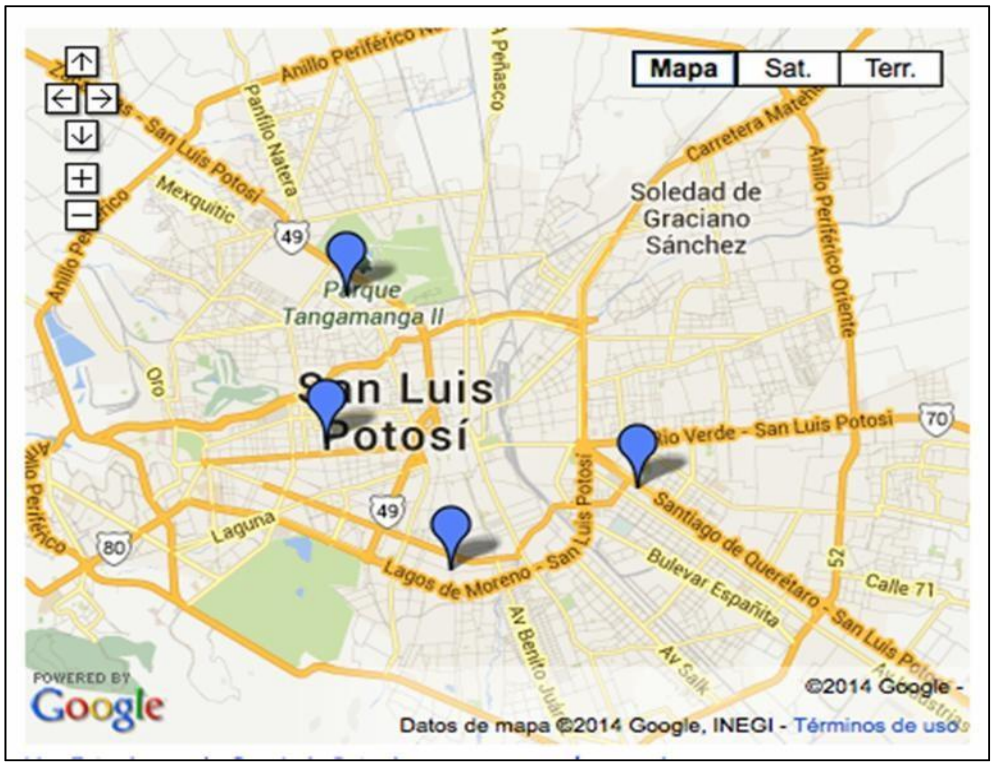


Figura III. 17 Distribución de la Precipitación de San Luis Potosí

Estadísticas basadas de marzo del 2011 a marzo del 2014

Tabla III. 2 Datos relativos a la dirección del viento para el estado de San Luis Potosí

Mes del añio	ene	feb	mar	abr	Mayo	juni	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dominante Dir. del viento	90	247	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	**90**
Propabilidad del viento >= 4 Beaufort (%)	19	22	25	25	25	25	24	27	19	15	13	16	**21**
Promedio Velocidad del viento (km/h)	15	15	17	17	15	15	15	15	15	13	13	13	**13**
Temperatura media del aire (°C)	16	21	22	25	26	25	22	23	22	21	18	18	**21**

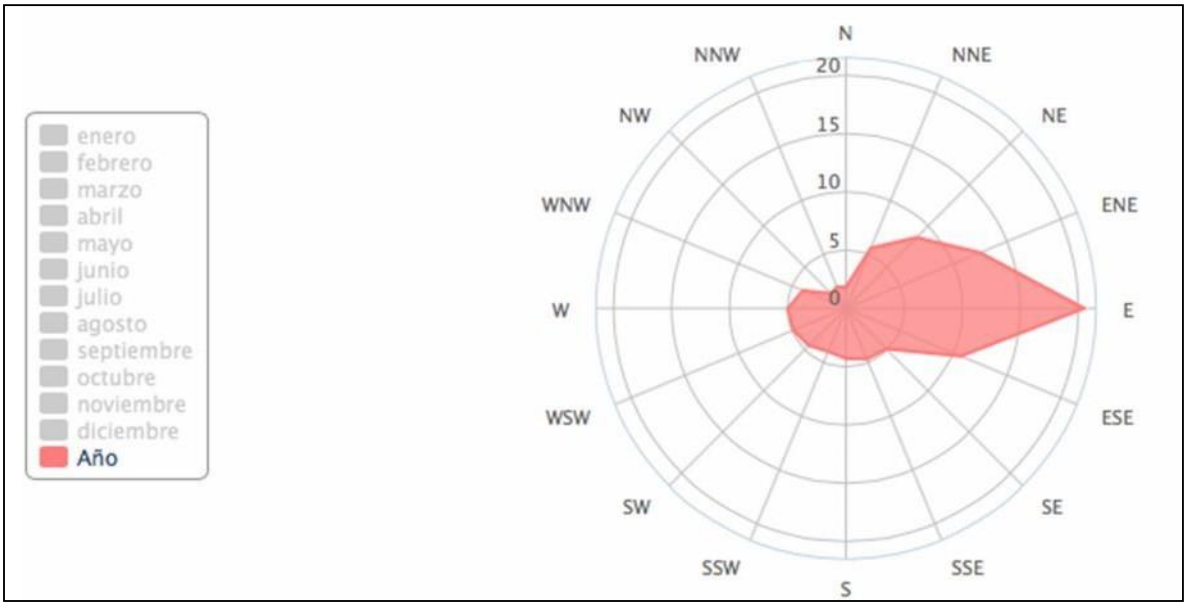


Figura IV. 18 Dirección del viento en el Estado de San Luis Potosí

Vientos del Municipio de San Luis Potosí.

Los vientos dominantes son del este y noreste, aunque también tienen cierta influencia los vientos del suroeste, sobre todo en enero, febrero y marzo, meses en que soplan fuertes vientos provenientes del oeste y suroeste, los cuales transportan grandes cantidades de sedimentos de las áreas desprovistas de vegetación, provocando tolvaneras en todo el territorio municipal

III.2.1.7. - Geología y suelo

En el Municipio San Luis Potosí se localizan formaciones montañosas al norte del municipio, destacando por su altura: cerro Gordo, El Panalillo, El Divisadero, El Cabo y El Coyote; al sur y oeste se localiza la sierra de San Miguelito, destacando los cerros de: Las Peñas Blancas, El Picacho del Fraile, Mesa Redonda, La Yerbabuena, Mesa Las Gallinas, Las Palomas, La Peña, La Campana, El Mezapíl y El Borrego.

Las características litológicas y estructurales de las rocas en las provincias que cubren el estado de San Luis Potosí, indican que hubo diferentes eventos geológicos de tipo orogénico asociados con actividad ígnea volcánica, que actuaron en varias épocas para dar origen a un relieve estructural que después ha sido modificado en forma subsecuente por los diferentes agentes, como el

fracturamiento, el movimiento de masas y el agua con sus procesos de alteración (suelos residuales), disolución (cavernas y dolinas), transporte y depósitos de sedimentos, (relieves depositacionales).

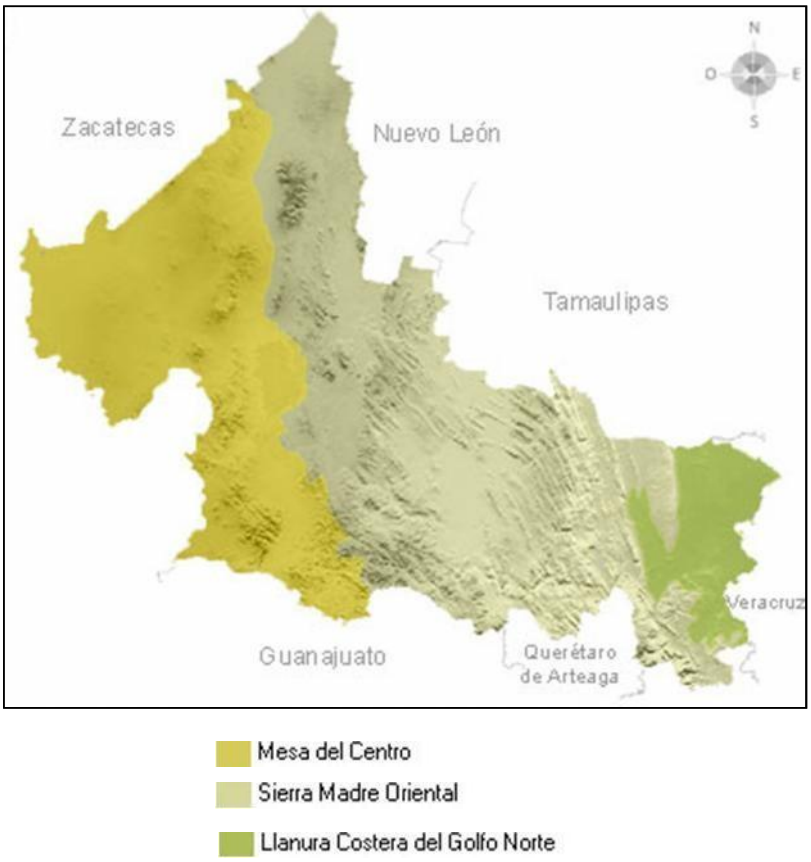


Figura III. 19 Mapa de Geología y Suelos de San Luis Potosí

Mesa del Centro

La parte occidental del estado de San Luis Potosí queda comprendida en esta provincia, situada entre las sierras Madre Occidental y Oriental y al norte del Eje Neovolcánico. Esta parte de la entidad se caracteriza por la presencia de extensas mesetas y aparatos volcánicos, además de planicies constituidas por sedimentos disgregados de las rocas preexistentes.

Las rocas ígneas ocupan la mayor superficie de la provincia; en la parte norte afloran de una manera dispersa, mientras que en el sur se encuentran en forma masiva.

Sierra Madre Oriental

La parte de la entidad en que se encuentra incluida esta provincia, está constituida principalmente, por rocas sedimentarias mesozoicas, elásticas y químicas; las rocas sedimentarias se depositaron y evolucionaron sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico.

En el centro de anticlinales erosionados (Sierra de Catorce) afloran las rocas más antiguas, como las filitas del Triásico, interestratificación de lutita-arenisca, y la caliza- lutita del Jurásico; los yesos del Cretácico Inferior afloran principalmente al sur y este de Villa Juárez.

Los suelos aluviales se encuentran como relleno de valles y en las partes topográficamente más bajas, donde llegan a tener grandes espesores. (San Luis Potosí y Matehuala).

Llanura Costera Del Golfo Norte

La Llanura Costera penetra sólo en la porción sureste del estado y está caracterizada por la existencia de rocas sedimentarias elásticas de origen marino, que a diferencia de las de la Sierra Madre Oriental, no presentan un plegamiento intenso. Sus rocas más antiguas son las lutitas del Cretácico Superior localizadas hacia el oeste, las más jóvenes se encuentran hacia el este y se depositaron en forma de franjas, con dirección norte-sur, en una cuenca marina terciaria, caracterizada por un mar eminentemente regresivo con pequeñas transgresiones. Las rocas de esta provincia ofrecen una fisonomía de lomeríos de pendientes suaves. Las partes topográficamente más bajas, se encuentran rellenas por material aluvial no consolidado y constituyen los suelos

La mayor parte del territorio municipal de San Luis Potosí se localiza en la Mesa del centro. También pertenecen, parte de las sierras que lo delimitan tales como: la Sierra de San Miguelito al sur poniente, la Sierra de Escalerillas o Sierra de San Luis al occidente; ésta es una sierra pedregosa y áspera, existe un batolito de roca ígnea extrusiva que brotó de alguna grieta de la corteza por la época miocena y que, después de millones de años, se ha cristalizado convirtiéndose en felsítas, siendo gran productora de piedras de construcción de distintas clases: desde el duro y casi indestructible "Ojo de Víbora" propio para adoquín, hasta la cantera de diferentes tonalidades y colores de los bancales de areniscas de su falda; la Sierra de Álvarez al oriente, que aunque es por el lado del valle, del otro lado forma un muro de contención para que los arroyos de la Sierra de San Luis no formen cañadas en el Valle; hacia el sur el valle se abre comunicándose con el de San Francisco, para el norte se extiende hasta topar con las crestas riolíticas de Peñasco y Bocas.

Casi en su totalidad el municipio de Soledad de Graciano Sánchez se haya asentado en suelo aluvial, ausente de roca, únicamente al norte y noreste se encuentran pequeños afloramientos de caliza, así como reolita, basalto y toba. Predomina el tipo litosoleutrico al norte, noroeste; el xerosol háplico de textura media al oeste y sureste y el phaeozen lúvico y castañozem lúvico de textura media y

pendientes planas menores al 8% al norte. Son suelos aptos para uso pecuario, el uso actual del suelo es agrícola con bajo rendimiento y pastoreo extensivo.

El Municipio se encuentra establecido en una planicie y sólo se encuentran formaciones montañosas de poca consideración en la parte norte, formadas por los cerros Guapillas, Gordo y Santa Cruz, que varían en una altura promedio de los 1,900 metros sobre el nivel del mar.

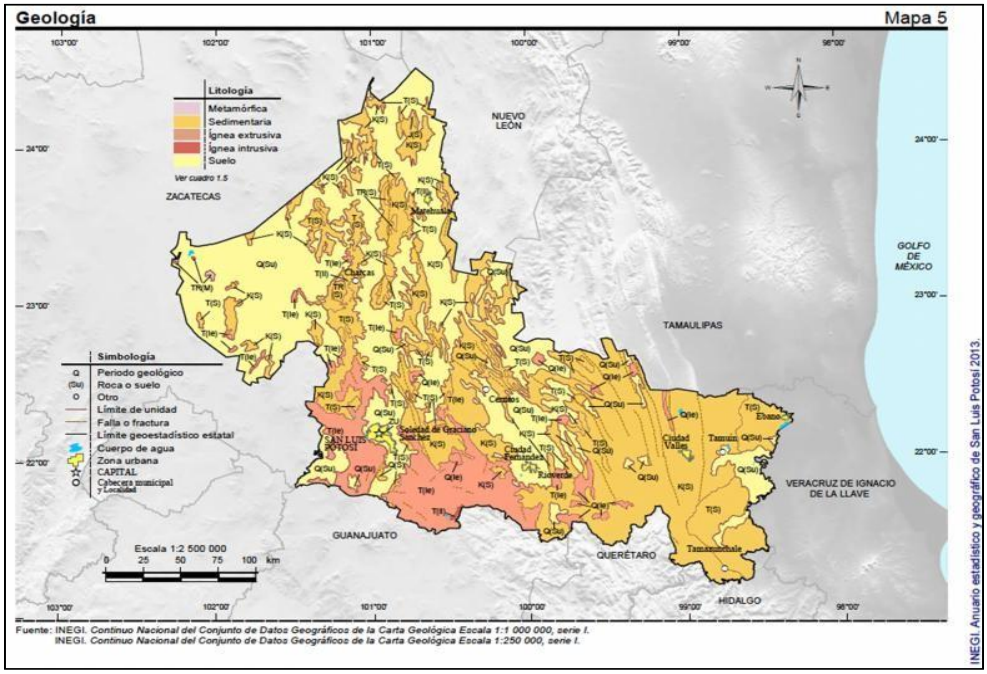


Figura III. 20 Mapa de Geología de San Luis Potosí

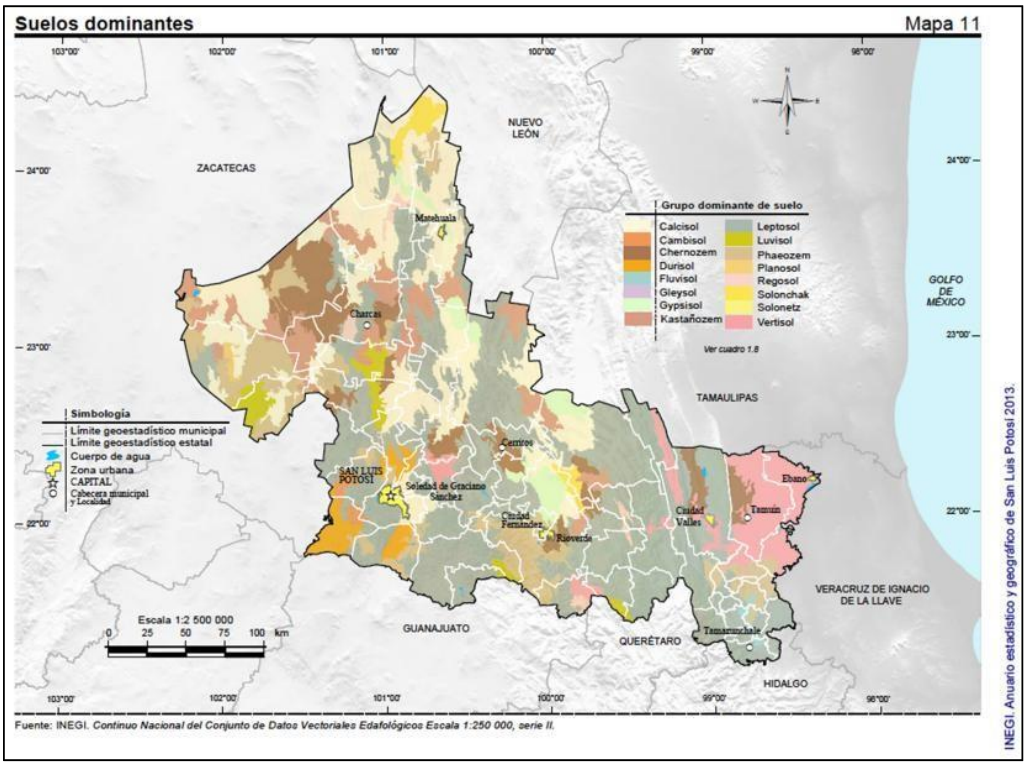


Figura III. 21 Mapa de Suelos Dominantes de San Luis Potosí

Tabla III. 3 Geología del municipio de San Luis Potosí.

Periodo	Cuaternario (50.3%), Neógeno (41.5%) y Cretácico (1.4%)
Roca	Ígnea extrusiva: riolita-toba acida (11 %), basalto (0.2% y toba-acida (0.1%) Sedimentaria: conglomerado (2.3%), caliza (0.9%) y caliza-lutita (0.4%) Suelo: aluvial (49.1%) y lacustre (0.5 %)
Sitios de interés	Banco de material: industrial y acabados.

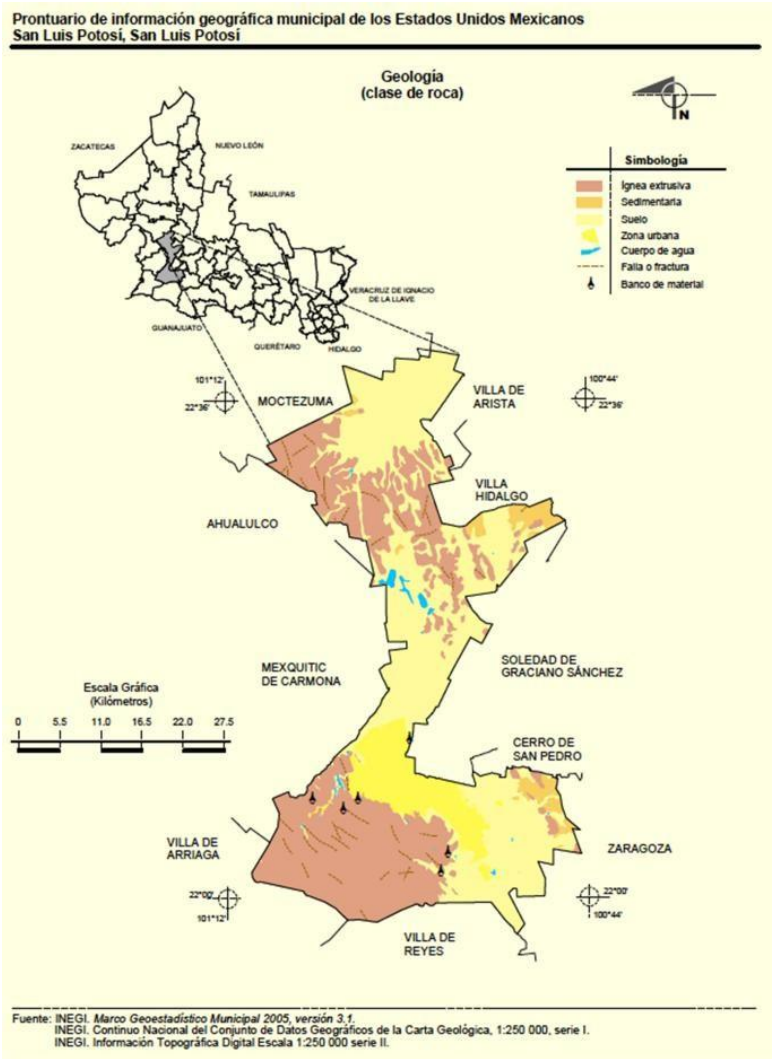


Figura III. 22 Mapa de geología del municipio de San Luis Potosí

Edafología

Suelo dominante: Leptosol (45.7%), Durisol (15.4%) y Calcisol (13.9%), Cambisol (8%), Phaeozem (4%), Luvisol (3.3%), Vertisol (1.4%) y Regosol (1.3%)

Figura IV. 23 Mapa de suelos dominantes del municipio de San Luis Potosí

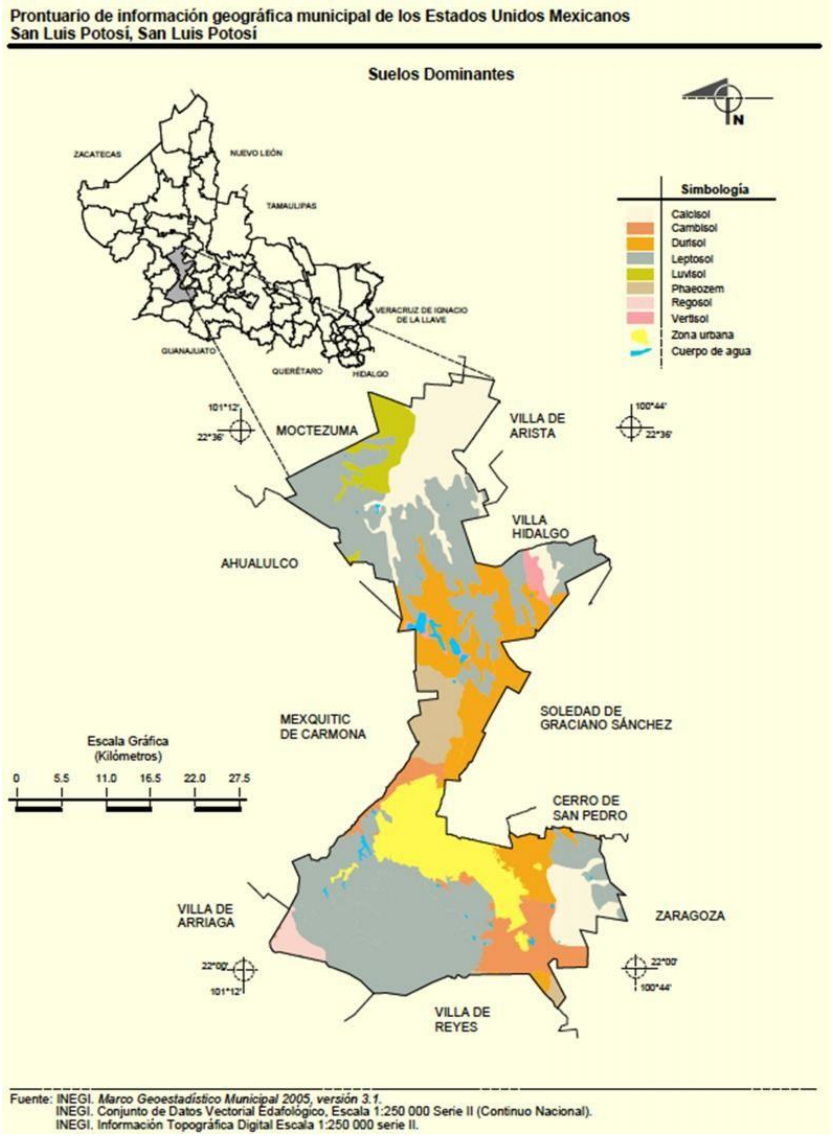


Tabla III. 4 Geología de Villa de Reyes

Periodo	Neógeno (454.1) y Cuaternario(44.8%)
Roca	Ígnea extrusiva: riolita-toba acida (44.6 %), toba-acida (5.7%), basalto (1.7%) y riolita (1.1%) Sedimentaria: arenisca (5.6% y arenisca-conglomerado (2.6%) Suelo: aluvial (37.6%)
Sitios de interés	Banco de material: mampostería.

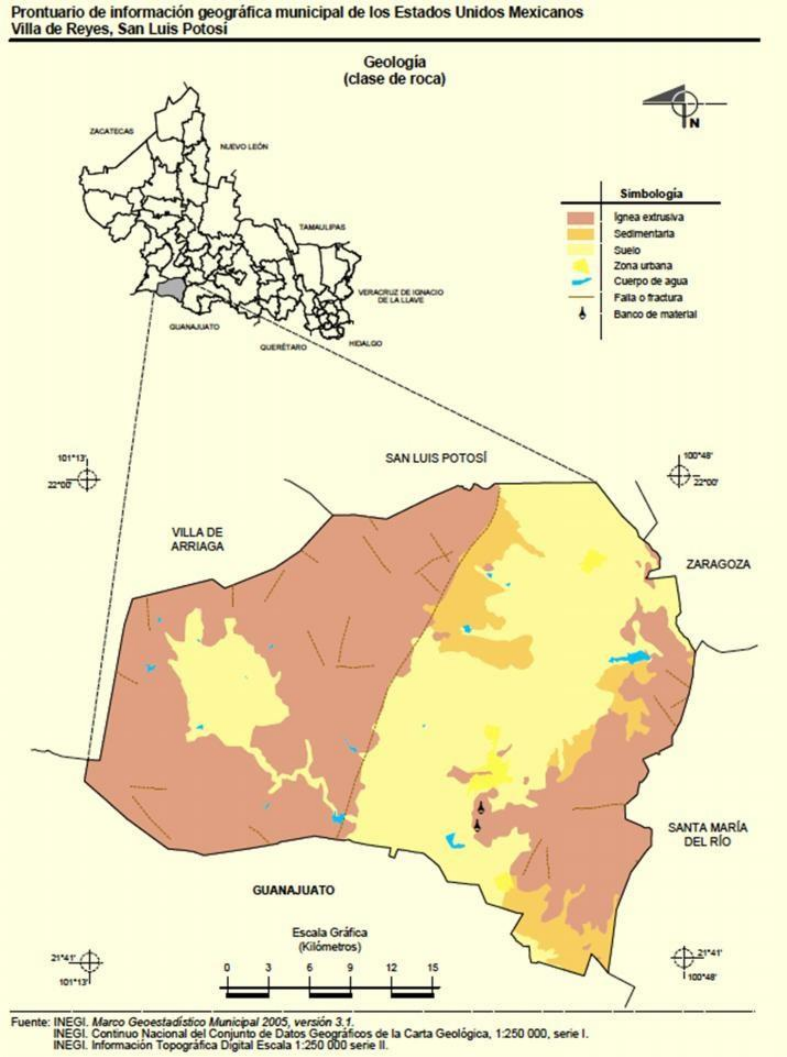


Figura III. 24 Mapa de geología del municipio de Villa de Reyes

EDAFOLOGÍA

Suelo dominante: Leptosol (42%), Phaeozem 33.1%), Durisol (18.5%), Regosol (3.7%), Fluvisol (0.7%), Solonchak (0.2%) y Cambisol (0.2%)

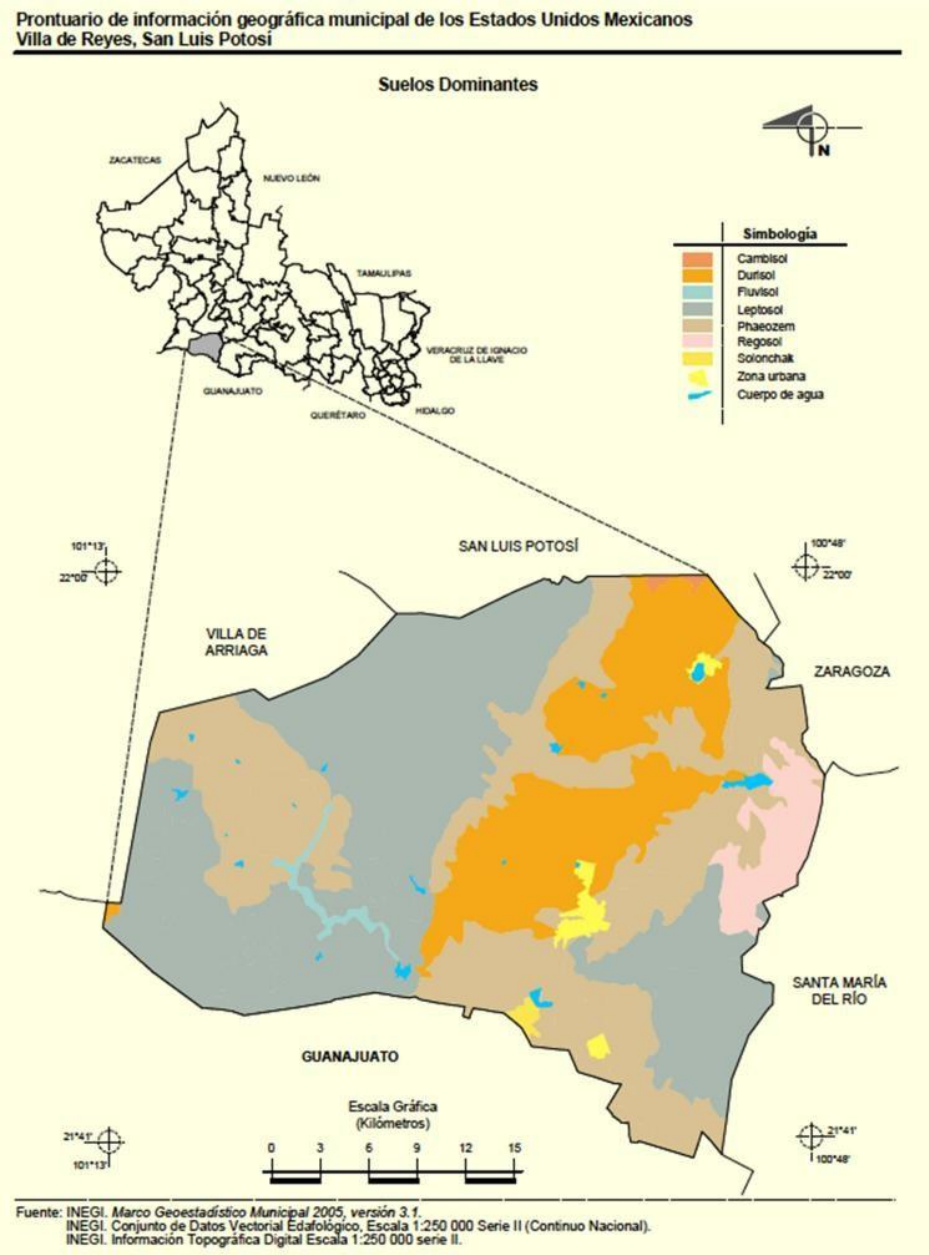


Figura III. 25 Mapa de suelos dominantes del municipio de Villa de Reyes

Respecto a lo anterior observado, se dice que las rocas en el Estado de San Luis Potosí, son de diferentes tipos; Ts (cg) conglomerado, Ts (lgea) ignia extrusiva ácida y NA de Q (s), concentrándose principalmente en los Municipios de Villas Lomas del Pedregal, Poblado de San Sebastián, El Terrero y la Arbolada de Pedro. Es importante señalar que dentro del área de influencia así como en el SAR del proyecto, la geología presente es de tipo conglomerado e ígnea extrusiva acida, Sin embargo el área mayor ocupada es por área construida de los poblados existentes; tal como se observa en la siguiente imagen.

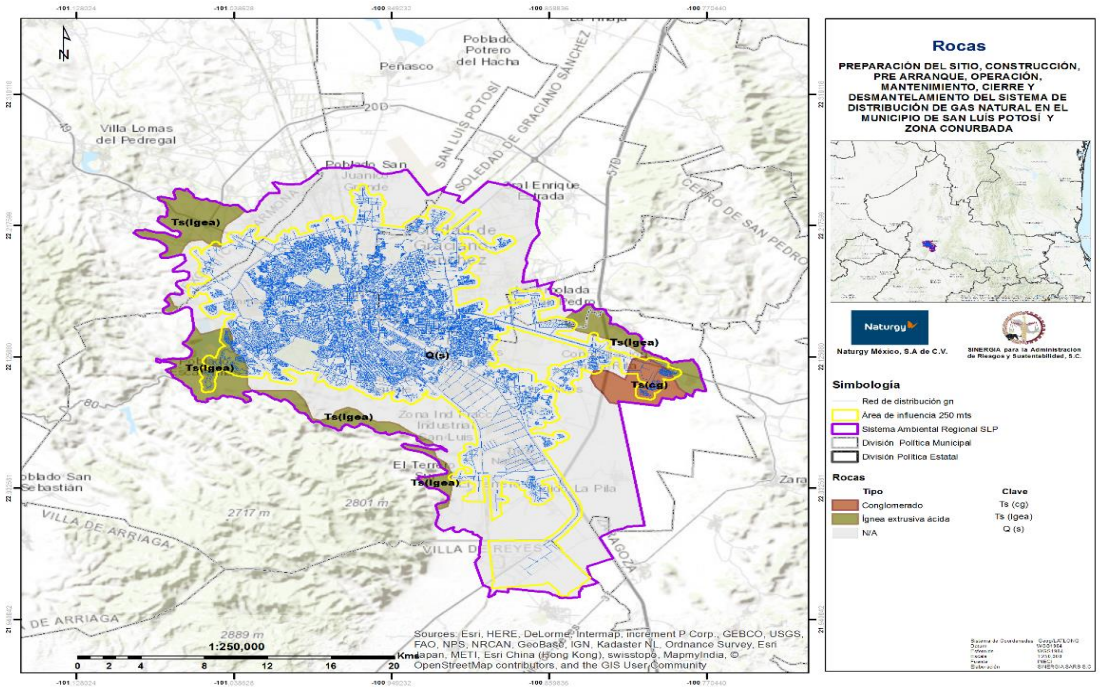


Figura III. 26 Geología presente en el Sistema Ambiental Regional y área del proyecto

Edafología

Además la edafología presente en el sistema ambiental corresponde a clasificación Hh Feozem háplico, referente a IC es ND, presencia de Rc Regosol calcárico, Wm Regosol enólico y Kh Xerosol háplico. Tal como se observa a continuación.

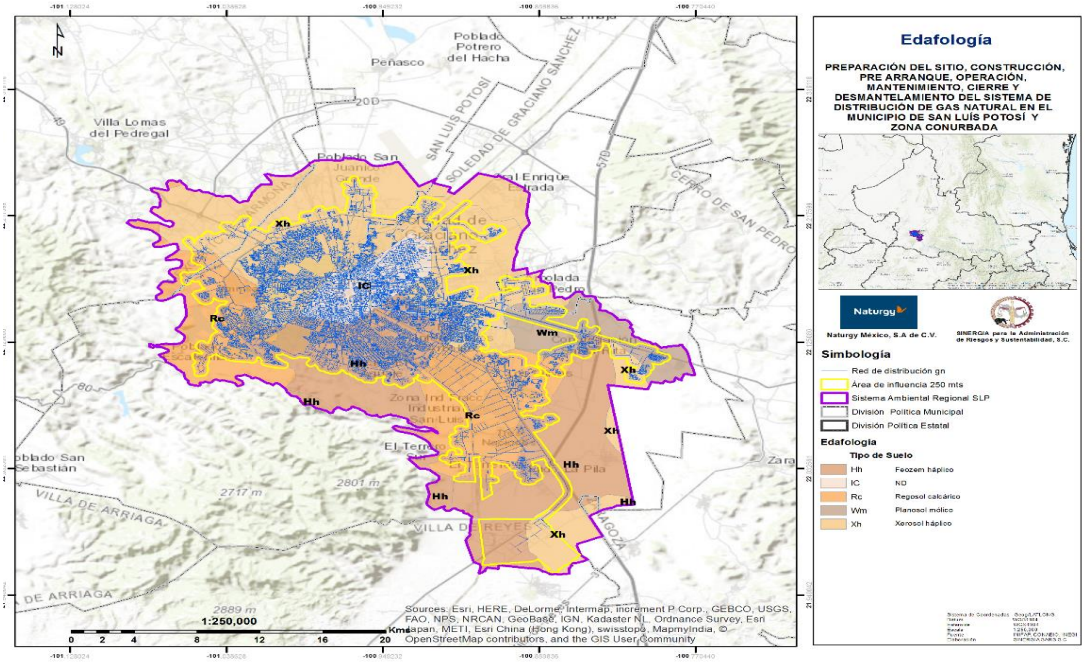


Figura III. 27 Edafología del Sistema Ambiental Regional y área del proyecto

III.2.1.8. Hidrología

La hidrografía en San Luis Potosí presenta fuertes contrastes, al igual que la vegetación, la orografía y el clima. Su distribución en la entidad está determinada fundamentalmente por la configuración orográfica y los tipos de clima. La Sierra Madre Oriental marca dos zonas bien diferenciadas en la entidad:

La suroriental, con climas cálido y semicálido tanto húmedos como subhúmedos (parte de la Huasteca), donde las abundantes precipitaciones han originado importantes corrientes como la del Río Verde; que pertenece a la Cuenca del Río Pánuco.

La noroccidental, donde el clima es seco y semiseco y las corrientes de poca importancia. Estas últimas, por lo regular se forman en la temporada de lluvias y su curso es reducido, ya que generalmente desaparecen en las llanuras, debido a filtraciones y evaporaciones. Esta porción integra las cuencas interiores de la región hidrológica "El Salado".

Aguas Superficiales

En San Luis Potosí se encuentran partes de dos regiones Hidrológicas: La No. 26 "Pánuco", en toda la porción sur y sureste del estado, y la No. 37 "El Salado", que abarca la parte central y norte.

Región Hidrológica "Pánuco"

Está dividida en dos porciones, "Alto y Bajo Pánuco". A la entidad le corresponde parte de la segunda, la cual tiene importancia dentro de territorio potosino, porque en ella se genera un buen número de escurrimientos, afluentes que en cierta forma son de gran importancia para el río Pánuco. En el estado se encuentran áreas de cuatro cuencas de esta región hidrológica:

"Río Pánuco"

Esta cuenca se localiza zonas de cultivo del distrito de riego "Las Animas-Tamaulipas", que son irrigadas por los ríos Tampaón y Moctezuma, a través de canales.

Tiene únicamente una subcuenta intermedia, la del Río Pánuco.

"Río Tamesí"

Dentro de San Luis Potosí. Su principal corriente es la del Tamesí, que en su origen dentro del estado de Nuevo León recibe el nombre de Guayalejo. Los escurrimientos de esta cuenca dentro del estado son pocos y se aprovechan en Tamaulipas. Las aguas del río Tamesí, lo mismo que las de la cuenca anterior, se utilizan para irrigar áreas del distrito de riego 92.

"Río Tamuín"

De las cuencas correspondientes a la entidad ésta es la mayor y la que más aportación ofrece. La corriente principal es de corta extensión y tiene su origen 32 Km al norte de Tamuín, San Luis Potosí, localidad de la cual toma su nombre. En su porción central está situado el distrito de riego "Río Verde Cd. Valles", que se abastece con el agua de los ríos antes mencionados y algunos de sus afluentes.

"Río Moctezuma"

Su corriente más importante es la del Moctezuma. Este río nace en el estado de México, donde recibe la denominación de San Juan o Arroyo Zarco y sigue en general una dirección noreste.

En la parte norte de esta cuenca, dentro de San Luis Potosí, se encuentran algunas áreas del distrito de riego No. 92 "Las Animas-Tamaulipas", que se abastecen principalmente del río Pánuco. También hay algunas porciones del distrito de riego No. 60 "Pánuco- Veracruz" en el noreste, que son irrigadas por varios afluentes del río antes mencionado.

Almacenamientos

Del total de almacenamientos inventariados en el estado, ocho corresponden a esta región. Los tres más importantes están ubicados en el cuenca "Río Tamuín", y son: presa Las Lajillas, con una

capacidad de 40,000,000 de m3; presa Las Golondrinas, con 30,000 de m3; y la presa Valentón Gama, cuya capacidad es de 10,000,000 de m3.

Región Hidrológica "El Salado"

Esta región corresponde a una de las vertientes interiores más importantes del país. Se localiza en la altiplanicie septentrional y la mayor parte de su territorio está situado a la altura del trópico de Cáncer. Dentro de San Luis Potosí se encuentran partes de siete cuencas de esta región:

"Matehuala"

Los escurrimientos que hay en ella provienen de las sierras consideradas menores de la región el salado, como son las de Catorce y San Bartolo. Las corrientes que tienen alguna denominación son pocas, entre ellas el río la Maroma, arroyo el Astillero y arroyo de las Pilas. El agua que se obtiene de éstas, se utiliza para abastecer las localidades de Matehuala, Real de Catorce, Cedral, El Salado y otras pequeñas, que están diseminadas en la cuenca.

"Sierra de Rodríguez"

La cuenca recibe esa denominación por la sierra de Rodríguez, que forma parte de la región el Salado. El aprovechamiento de los escurrimientos es escaso en la entidad, ya que la mayor parte de esta cuenca se encuentra en el estado de Zacatecas.

"Camacho-Gruñidora"

Es la de menor extensión en San Luis Potosí y en ella no hay corrientes de importancia, por lo mismo no presenta posibilidades de aprovechamiento.

"Fresnillo-Yesca"

Recibe esta denominación porque en ella se encuentran esas ciudades, que pertenecen a los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, respectivamente.

"San Pablo y Otras"

Tiene un buen número de corrientes, pero las más importantes son: río de la Presa, arroyo la Parada y río Calabacillas, entre otros; cuyas aguas se almacenan en pequeñas presas como las de Santa Genoveva y Riviera.

"Presa San José-Los Pilares y Otras"

Esta cuenca ocupa un lugar importante dentro de San Luis Potosí, tanto por el área que abarca, como por las ciudades asentadas en ella, entre las que destacan la capital estatal, Soledad Diez Gutiérrez, Zaragoza, Mexquitic, Los Pilares, Villa Hidalgo, Villa de Arista, Moctezuma, Venado y Charcas.

"Sierra Madre"

No tiene cauces permanentes ni definidos, debido a las escasas precipitaciones en la zona.

En esta cuenca se encuentran sierras como las de los Borregos, El Pinal, El Conche, Las Ventanas y otras.

Almacenamientos

En esta región hay seis almacenamientos, entre los que sobresalen las presas San José y Gonzalo N. Santos (El Peaje), que tienen capacidades de 8,800,000 m3 y 800,000 m3, respectivamente, y se localizan en la cuenca "Presa San José-Los Pilares y Otras"; y dentro de la cuenca "Sierra Madre", la presa Alvaro Obregón (Las Palomas) con 5,200,000 m3. Las demás obras tienen capacidades menores.

Aguas Subterráneas Zona Norte

En esta zona hay amplios valles rellenos por sedimentos terciarios y recientes.

En el borde occidental de la zona Matehuala-Villa de Arista, está ubicada el área de San Francisco-La Masita, donde se han encontrado estructuras aisladas de calizas productoras. Al noroeste de Matehuala, en la zona de Cedral, las aguas de los aluviones son de buena calidad, tanto para riego como para usos domésticos. Otras cuencas como las de El Barril y El Sabino tienen sedimentos terciarios conglomeráticos y arenosos, y su agua es abundante y de buena calidad.

Zona Centro

El área de explotación más importante en esta zona es el Valle de San Luis Potosí, el cual destaca por sus actividades comerciales e industriales, pues su desarrollo agrícola es más bien bajo. Las fuentes de agua subterránea tienen potencialidad reducida, sobre todo en el área urbana y sus inmediaciones. Lo anterior origina problema para el suministro de agua a la capital y su zona industrial, e impide ampliar las áreas agrícolas.

Zona Sur

En la porción sur destaca el Valle de Río Verde, donde la agricultura reviste importancia y es sustentada por los escurrimientos del Río Verde y las aguas subterráneas procedentes de acuíferos granulares y calcáreos. La posibilidad de aprovechar estos afloramientos naturales y de explotar cantidades importantes de agua mediante pozos profundos, abre un panorama alentador para el desarrollo de este valle.

Geotermia

Hay algunos manantiales de aguas termales en el estado, entre los que destacan el de Ojo Caliente, en Santa María del Río; Taninul, en Tamuín; Gogorrón, en Villa de Reyes; el Bañito, en las cercanías de Ciudad Valles, y La Labor del Río, en Santa María del Río. En el de Gogorrón hay grandes perspectivas para la explotación geotérmica, ya que reúne las condiciones idóneas por su estructura geológica.

Hidrología Municipio de San Luis Potosí

La hidrografía en el Municipio de San Luis Potosí, presenta contrastes, en donde influye de manera importante lo accidentado de la configuración orográfica y diferencias climatológicas, generando por un lado escasez del recurso de agua como límite principal en el desarrollo del futuro de la región.

El agua superficial en la zona metropolitana se encuentra actualmente subaprovechada, ya que, con los aprovechamientos existentes, aún es posible almacenar mayor cantidad de agua de lluvia escurrida, con la finalidad de incorporar estos volúmenes a uso público- urbano principalmente, lo que liberará volúmenes iguales de extracción al acuífero.

Agua superficial

En la región hidrológica No. 37 El Salado, se localiza el Municipio de San Luis Potosí, siendo una cuenca cerrada. Esta región corresponde a una de las vertientes inferiores más importantes del País y ocupa parte de la altiplanicie septentrional en donde cubre la porción norte-occidental del Estado con una extensión de 58.29% de la superficie total estatal y la mayor parte de su territorio, está situado a la altura del Trópico de Cáncer. Está constituida por cuencas cerradas, de diferentes dimensiones y carece casi por completo de elevaciones importantes. Esto último, aunado a las condiciones climatológicas de la región, hace que no haya grandes corrientes superficiales por lo que la descripción del aspecto hidrográfico resulta un tanto complicada lo mismo sucede al referirse concretamente a su Hidrometría, ya que son muy pocas las corrientes que han sido medidas en forma sistemática. Dentro del territorio potosino se encuentran parte de siete cuencas por estación, que son: Cuenca Matehuala (B), Cuenca Sierra de Rodríguez

(C) Cuenca Camacho-Gruñidora (D), Cuenca Fresnillo-Yesca (E), Cuenca San Pablo y Otras (F), Cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras (G) y Cuenca Sierra Madre (H).

La Cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras (G), ocupan un lugar importante dentro de San Luis Potosí, tanto por el área que abarca (10,817.92 km2) que representa el 17.48% del territorio potosino, como por los ciudadanos asentados en ella, entre las que destacan la Capital del Estado, Soledad Díez Gutiérrez, Zaragoza, Mexquitic, Los Pilares, Villa de Arista, Moctezuma, Venado y Charcas.11.

Almacenamientos

La captación actual de agua superficial en la cuenca del valle de San Luis Potosí, es del orden de los 21 millones de metros cúbicos.

En esta zona la recarga del acuífero se está dando en forma natural a través de las presas descritas, sin embargo, se tienen otros sitios detectados para nuevos aprovechamientos de agua superficial, que además de poder ser útiles en usos de agua potable y control de avenidas, serán de gran apoyo en la recarga del acuífero. Además de estos posibles almacenamientos se debe contemplar construir varias presas de gaviones, que sirven en romper picos de avenidas, evitar arrastres de sedimentos y como recarga del acuífero, así como propiciar un mejor entorno ecológico.

Escurrimientos

Las corrientes que aportan sus aguas a la Presa San José, a través del Río Santiago, son; Arroyo Las Escobas, por la margen izquierda, que origina 15.6 Km al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, a una altitud de 2450 metros sobre el nivel medio del mar, y que en su parte alta se le conoce como Arroyo Juachín.

El Río Potosino, es uno de los principales a portadores por la margen derecha, cuyo origen está al suroeste de la ciudad antes citada y el Arroyo El Muerto que nace en el Cerro El Potosí, a 2599 metros sobre nivel medio del mar.

Dentro de esta misma cuenca hay otros escurrimientos, como los arroyos; Grande, EL Tule, Moctezuma; El Romerillo, Las Jaras y Las Magdalenas, entre otros. Tienen dos subcuencas intermedias; Presa Los Pilares (37GA) y Presa San José (37GB).

Por otra parte, existen otras corrientes que alimentan el acuífero del valle de San Luis Potosí como son: Los arroyos El Maguey, La Cantera Las Atarjeas, San Antonio y Los Palillos formados en la Sierra de San Miguelito y los arroyos Ojo Pinto, Mezquite y Los Cinco Caños, Río Mexquitic que se originan en las partes elevadas al noroeste de la Capital.

El Municipio de San Luis Potosí, cuya precipitación media anual es del orden de 380 mm, recibe los escurrimientos de un gran número de pequeños y medianos arroyos provenientes de la Sierra de San Miguelito. Algunos de estos arroyos cruzan la ciudad, otros se internan en gran parte de ella y otros entran en la mancha urbana.

distribuyéndose en forma laminar hasta encontrar depresiones, lo que inunda y causa daños, sobretodo materiales.

Otras corrientes no menos importantes, son los arroyos Las Escobas y El Palmarito, mismas que aún no son aprovechadas.

Agua subterránea

Las zonas geohidrológicas tienen un control estructural y estratigráfico definido superficialmente por el relieve topográfico característico de la región, la cual determina tres áreas claramente distinguibles denominadas.

Mesa del Centro, ubicada en la porción occidental del Estado; Sierra Madre Oriental, localizada en la porción central y Llanura Costera del Golfo Norte que corresponde a la zona oriental de San Luis. En las zonas favorables de la entidad, el agua subterránea forma acuíferos al almacenarse en material aluvial, en tobas arenosas y rocas volcánicas fracturadas que rellenan las fosas tectónicas, así como en las estructuras sinclinales de rocas sedimentarias de tipo calcáreo y en menor proporción en el fracturamiento de algunas rocas volcánicas que sobre yacen a éstas.

Debido al desarrollo y crecimiento demográfico de las principales poblaciones de la entidad, la fuerte demanda de agua para sus diferentes usos originó una intensa explotación de los acuíferos y por consecuencia, el control de su manejo por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), mediante el decreto de zonas de veda para vigilar la extracción. Aproximadamente 50% de la superficie del Estado se encuentra bajo el control mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación. En veda decretada el 30 de junio de 1961, se incluyó la zona que comprende los Municipios de San Luis Potosí, Villa de Reyes, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro, Villa de Zaragoza, Santa María del Río, Villa de Arista, Mexquitic de Carmona y Ahualulco.

La Zona Geohidrológica que se localiza en el Municipio de San Luis Potosí limitado hacia sus flancos por las Sierra de Álvarez y Sierra San Miguelito, ubicándose geográficamente entre las coordenadas 22º 02 y 22º 23 de Latitud Norte y 100º 47 a 101º 02 de Longitud Oeste.

La recarga principal ocurre por infiltración vertical, por retorno de riego y por aporte lateral de las Sierras de Álvarez y San Miguelito, estimándose en 74 Mm3 anuales. La principal infraestructura de explotación de los acuíferos superior e inferior. Son para el primero, a través de norias con extracción manual, mecánica y eléctrica; en el segundo, es mediante pozos profundos con extracción mecánica y eléctrica. Al acuífero superior se le extrae aproximadamente 5 Mm3 anuales y al inferior 143 Mm3 anuales, tan solo en la zona metropolitana.

La principal problemática de estos acuíferos es su insuficiente recarga y su sobreexplotación, lo que provoca un abatimiento actual de 2 a 5 m anuales.

A principios de la década de los 70´s aún se tenía al acuífero inferior en equilibrio, es decir que la extracción era igual que la recarga, sin embargo conforme fue aumentando la población, se fue sobré explotando al mismo y, con la misma tendencia de sobreexplotación hasta la fecha

Hidrología del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez Hidrología Superficial

El municipio de Soledad está localizado en la cuenca del Salado, en la región hidrológica

N. 37, con escurrimientos menores a 10 mm. No cuenta con ríos caudalosos, solamente con arroyos intermitentes entre los más importantes se tienen el Arroyo La Morita, Arroyo Las Trancas y Las Canoas, A causa del clima seco, dominante de la zona, las corrientes solo se manifiestan en temporada de lluvias, en general del curso corto, ya que al arrobar a la llanura desaparecen por la filtración y la elevada evaporación que ocurre en el Valle. La corriente más importante de esta cuenca es el Río Santiago, que tiene su nacimiento 20 Km. Al sudoeste de la zona metropolitana San Luis Potosí-Soledad. Ya bajo la presa de San José, solamente lleva agua cuando se registran grandes cantidades de precipitación. El curso que sigue es hacia el oriente hasta llegar a Rivera, de allí en adelante continua hacia el noroeste.

El Río Santiago como los escurrimientos de la Sierra de San Pedro y la Coro, producen charcos o pequeñas lagunas en el terreno plano del municipio durante el periodo de lluvia. Estas se forman principalmente en las periferias de la Purísima y junto al cerro El Enyerbado, que son las partes más bajas del municipio. En total, bañan los terrenos de Soledad alrededor de 20 arroyos y 20 lagunas o charcas.

Hidrología subterránea

Dentro del valle de San Luis, se tiene comprobado la existencia de dos mantos acuíferos, uno superior y otro inferior. Los niveles estáticos del primero de ellos fluctúan de 4 a 32 metros en norias y pozos con profundidades que van de 8 a 80 metros.

El acuífero inferior muestra niveles estáticos de 56 a 125 metros en pozos con profundidades de entre 25 y 450 metros. Arriba del 90 por ciento del agua potable que se suministra al municipio proviene de esta fuente. La cual ha sido aprovechada para el consumo agropecuario y doméstico, mediante la perforación de pozos.

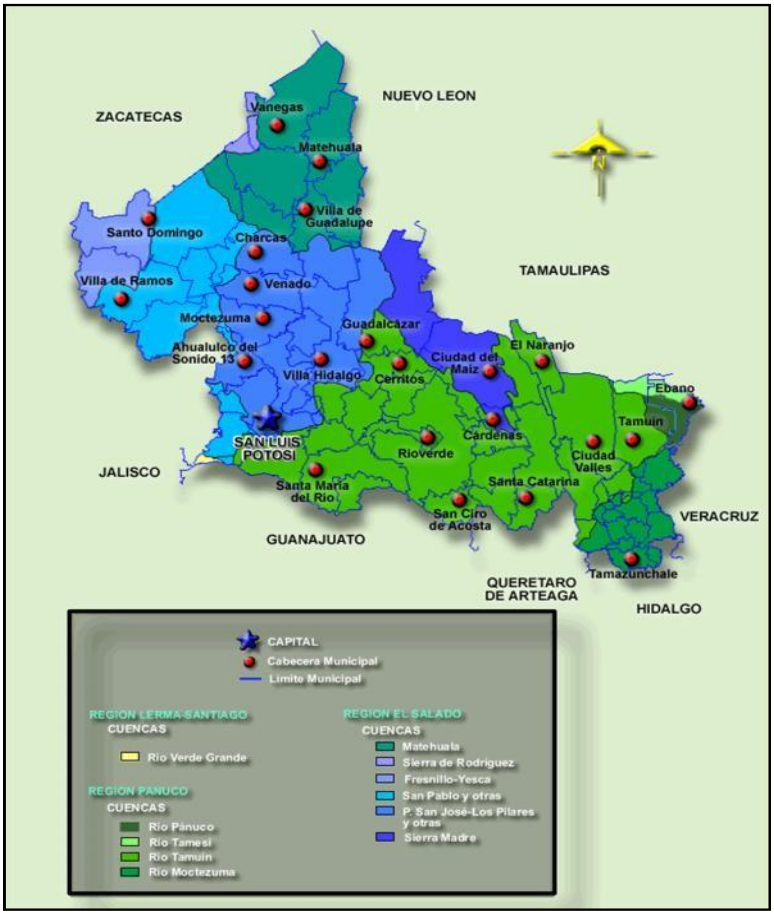
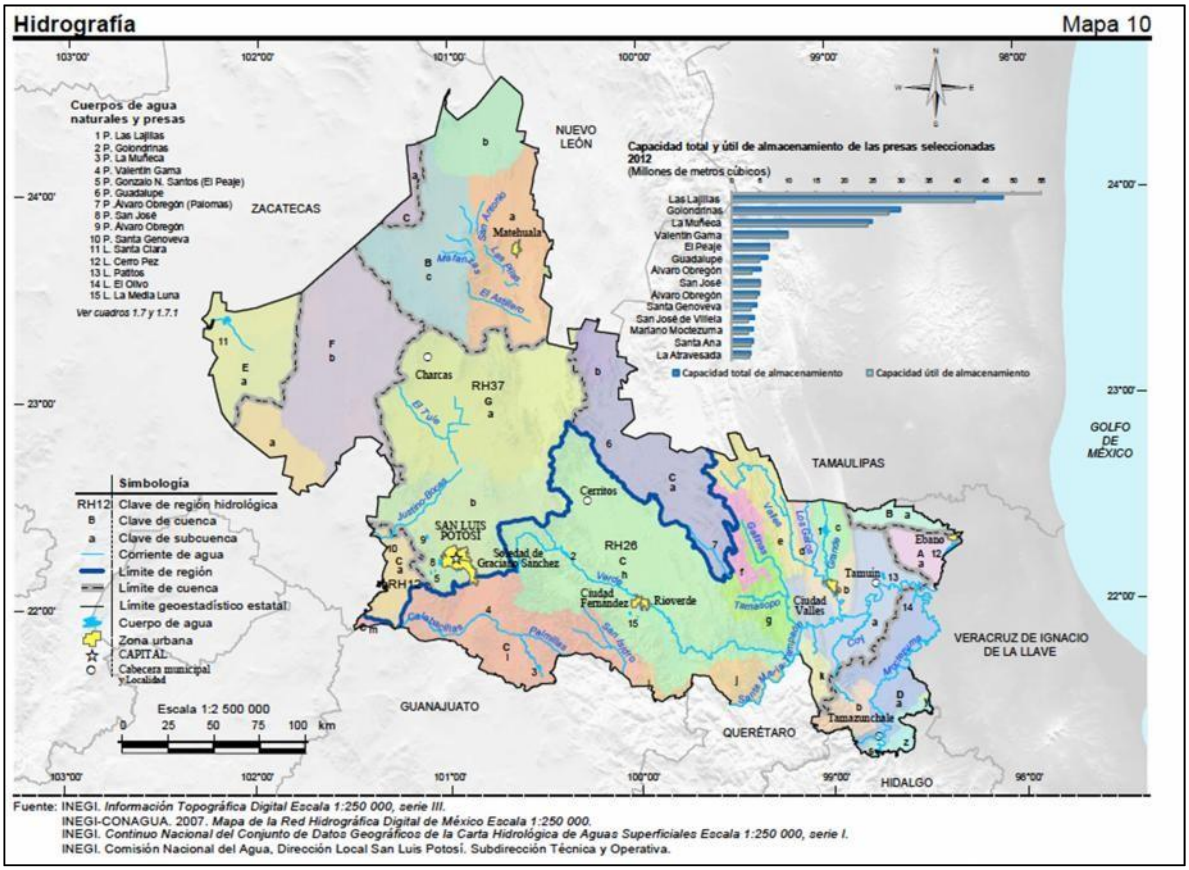


Figura III. 28 Mapa de Hidrología de San Luis Potosí.

Figura III. 29 Mapa de Suelos Dominantes de San Luis Potosí



Fuente: INEGI. *Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.*
INEGI-CONAGUA. 2007. *Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México Escala 1:250 000.*
INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.*
INEGI. Comisión Nacional del Agua, Dirección Local San Luis Potosí. Subdirección Técnica y Operativa.

Tal como se mencionó anterior mente para el Área del proyecto, área de influencia y Sistema Ambiental Regional se describe lo siguiente.

Cuenca.

El Sistema ambiental regional cuenta con la cuenca hidrográfica, ubicada en la sierra de San Miguelito y la sierra Álvarez al suroeste de dicho Estado, en la zona está asentada la Ciudad de San Luis Potosí, donde está formada por la fosa tectónica escalonada y un graben, con delimitaciones de rocas volcánicas en el terciario donde sobresalen discordantemente a rocas sedimentarias.

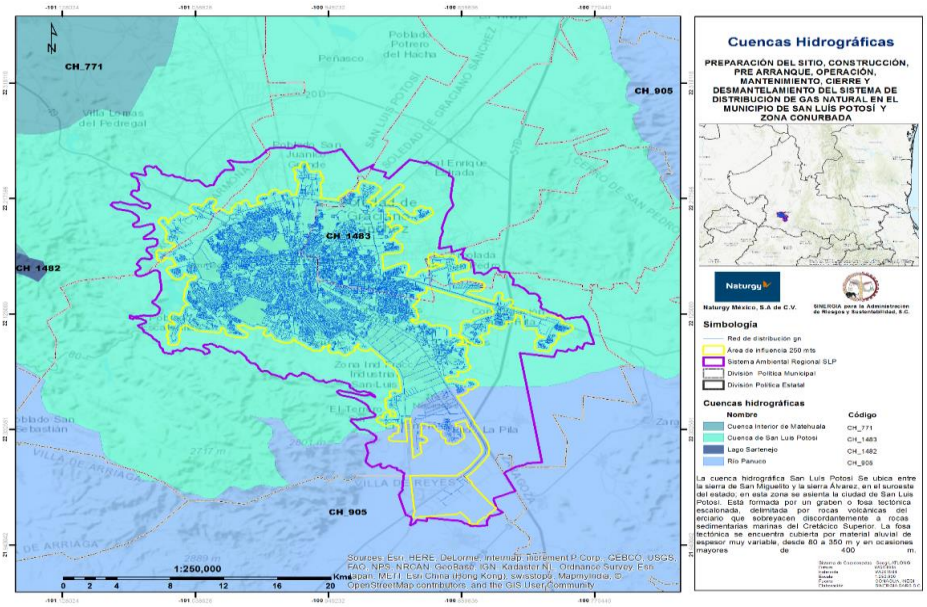


Figura III. 30 Cuenca hidrográfica dentro de sistema ambiental

Subcuenca.

El sistema ambiental regional, incide dentro de las subcuencas hidrográficas llamadas El Molino y San Luis Potosí, las cuales se amplían por todo el Estado, parámetro a considerar en la red de gas natural. A continuación se observan las subcuencas.

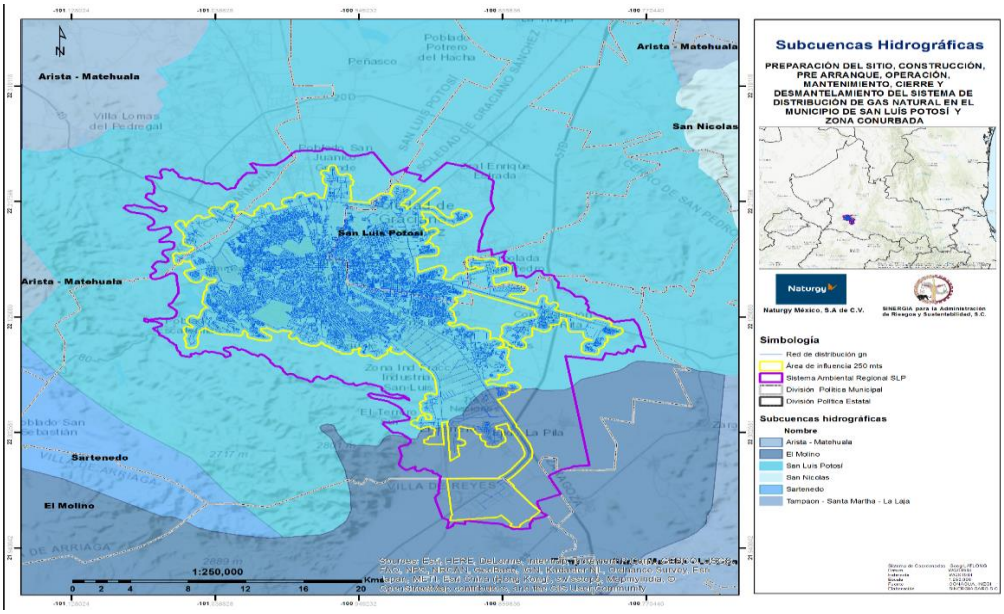


Figura III. 31 Subcuencas presentes en el sistema ambiental regional

Hidrografía

La Hidrografía presente refiere a una presa con un cuerpo de agua en el Poblado de Escalerilla, también en Villa del Pedregal ambos encontrándose fuera del Área de influencia, presencia de corrientes de agua que abarcan el Poblado de Escalerilla, Tres Naciones, El Terrero, también el Poblado de San Sebastián, la Zona Ind Fracc Industrial de San Luis, parte del Cerro de San Pedro, algunas de estas corrientes de agua abarcan el Área de Influencia, así como el Sistema Ambiental Regional, cabe señalar que se procurara no afectar estas corrientes ya que se tomaran todas las medidas necesarias las cuales se describen dentro del aparatado Vi de la presente manifestación de impacto ambiental. A continuación, se observan las corrientes que inciden con el proyecto.

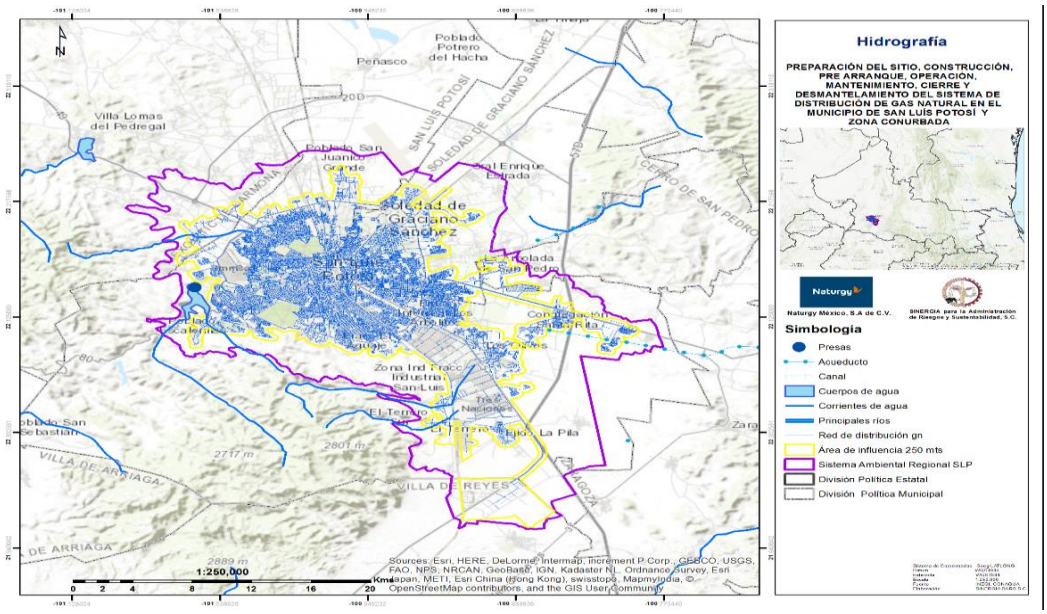


Figura IV. 32 Hidrografía presente del sistema ambiental regional

Acuíferos

El sistema ambiental regional definido para el proyecto incide dentro de dos acuíferos los cuales están identificados con el nombre de: 2412 Jaral de Berrios-Villa de Reyes y 2411 San Luis Potosí, cabe señalar que estos presentan sobre explotación. A continuación, se presentan los acuíferos que inciden con el proyecto.

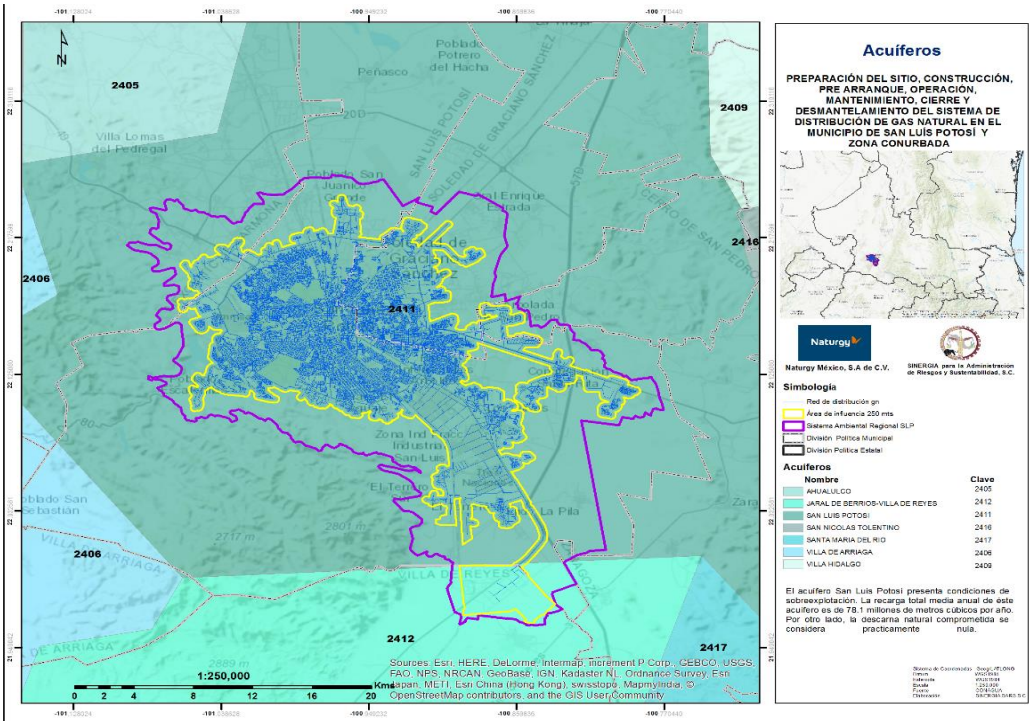


Figura III. 33 Acuíferos presentes en el sistema ambiental regional

III.2.2. Aspectos bióticos

III.2.2.1. Vegetación.

La vegetación del Municipio se define por las siguientes especies: matorral desértico micrófilo, matorral espinoso, craci, rosulifolios espinosos, nopaleras, izotal, cardonal y pastizal

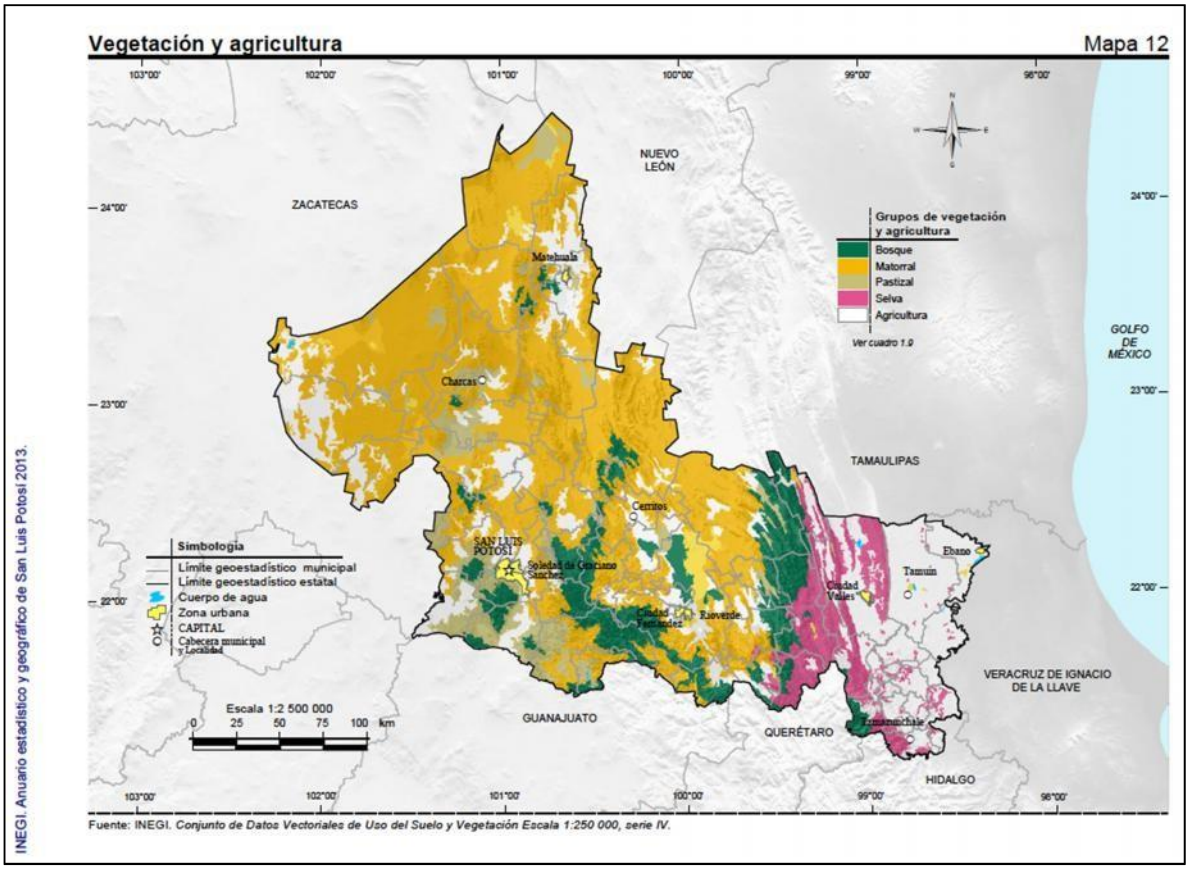


Figura III. 34 Mapa de agricultura y vegetación de San Luis Potosí

Vegetación primaria.

La vegetación dominante en el Estado cubre más del 75 % de su superficie. Siendo los siguientes tres tipos de vegetación los más importantes por su extensión, y que se distribuyen como sigue:

Matorral Xerófilo. Se considera matorral a la vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, con altura variable, pero casi siempre menor a 4 metros. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país, es el tipo de vegetación predominante en el Estado con un 57.40%, comprendiendo los mayores porcentajes en la región fisiográfica de la Mesa Central.

Bosque de Encino, corresponde al 9.62 % del total del área del Estado, localizado en el sistema de topoformas de sierra plegada de las cordilleras de la Sierra Madre Oriental. Al este dentro de los municipios de Ciudad del Maíz, El Naranjo, Tamasopo, Alaquines, Rayón, Lagunillas, Santa Catarina

y parte del municipio de Cárdenas. En la cordillera oeste en parte de los municipios de Guadalcázar, Cerritos Villa Hidalgo, Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro, San Nicolás Tolentino y Villa de Zaragoza.

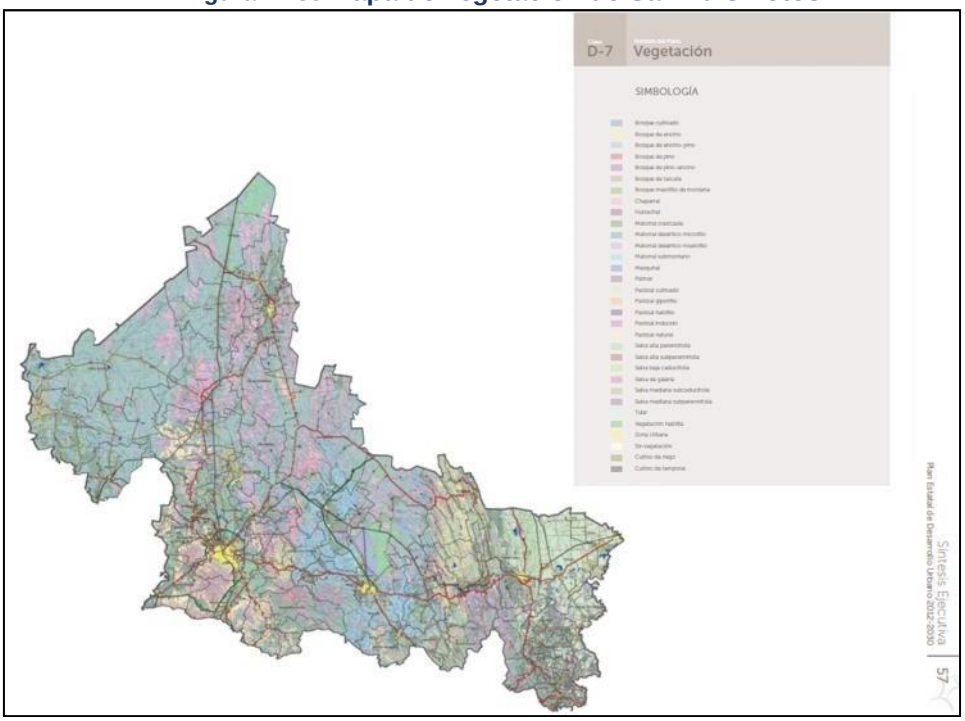
Selva Espinosa, corresponde al 9.56 % del área total del Estado, con mínima diferencia de la vegetación de bosque de encino, la ubicación de este tipo de vegetación es en la región de la Llanura Costera en los municipios de Tamuín, Ébano y San Vicente Tancuayalab y en la zona central del Estado de forma dispersa en los municipios de Villa Hidalgo, Armadillo de los Infante, Cerritos, Villa Juárez, Ciudad Fernández, Alaquines, Cárdenas, San Ciro de Acosta y de forma concentrada se presenta en el municipio de Rioverde.

Vegetación secundaria arbórea. Esta zona comprende la Huasteca Potosina al sureste del Estado, se presenta en áreas pequeñas irregulares y dispersas en los municipios de Tamasopo, Santa Catarina, Aquismón, Tancanhuitz de Santos, Xilitla y Tamazunchale de forma predominante.

Vegetación secundaria arbustiva. Se encuentra dispersa en la mayor parte del territorio estatal, las áreas más representativas y concentradas se encuentran en la zona llanos y sierras potosino-zacatecanos en las inmediaciones con la Sierra Madre Oriental, en lo que son los municipios de El Venado, Moctezuma, Ahualulco, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Villa Hidalgo, Villa Arista, Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro y San Nicolás Tolentino. Varias áreas dispersas al sur definen otra zona importante con vegetación secundaria arbustiva en los municipios de Villa de Arriaga, Villa de Reyes, Santa María del Río y Tierra Nueva.

La Huasteca Potosina presenta vegetación secundaria arbustiva al sur del municipio de Aquismón y en el municipio de Xilitla de forma más importante, aunque también se identifica en los demás municipios que forman parte de esta región.(Ver figura III.4.1.3-8).

Figura III. 35 Mapa de vegetación de San Luis Potosí



Cabe destacar que en el análisis para el desarrollo del presente proyecto, no se identificó vegetación de carácter e importancia ecológica ya que como se ha venido señalando a lo largo del presente estudio el Sistema de Distribución se realizará por derechos de vía existentes, dentro y exclusivamente en la zona conurbada del Municipio de San Luis Potosí, el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez Y Municipio de Villa de Reyes, los cuales presentan condiciones altamente perturbadas ya que a lo largo de los años han sido afectados por el crecimiento urbano y actividades antropogenicas así como servicios urbanos como son, vialidades, drenaje, telefonía, infraestructura eléctrica, fibra óptica entre otros.

Además, de acuerdo con el uso de suelo y vegetación. Serie VI, INEGI, del Sistema ambiental regional se encuentra clasifica de la siguiente manera: agricultura humedad anual, con un porcentaje de superficie ocupada de 0.0811, la agricultura de riego anual 2.1904 %, la agricultura de riego anual y semipermanente un 17.31 %, en la agricultura de riego semipermanente de 0.8882 %, respecto a la agricultura de temporal anual 10.2691 %, agricultura de temporal anual y permanente de 9.5531 %, respecto al rubro de agua 0.7914 %, en bosque cultivado un 0.7969 %, matorral crasicaule un 3.0222 %, el matorral desértico micrófilo 0.0632 %, pastizal inducido un 0.1389 %, pastizal natural 10.0601 %, en urbano construido un 31.8 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque un 0.1471 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque encino un 0.2727 %, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino un 5.0575 %, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule 3.5133 %, vegetación secundaria arbustiva de matorral micrófilo de 2. 9472 %, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural sin valor de superficie ocupada, siendo el urbano construido el de mayor superficie ocupada y la agricultura de riego anual y semipermanente, tal como se observa a continuación.

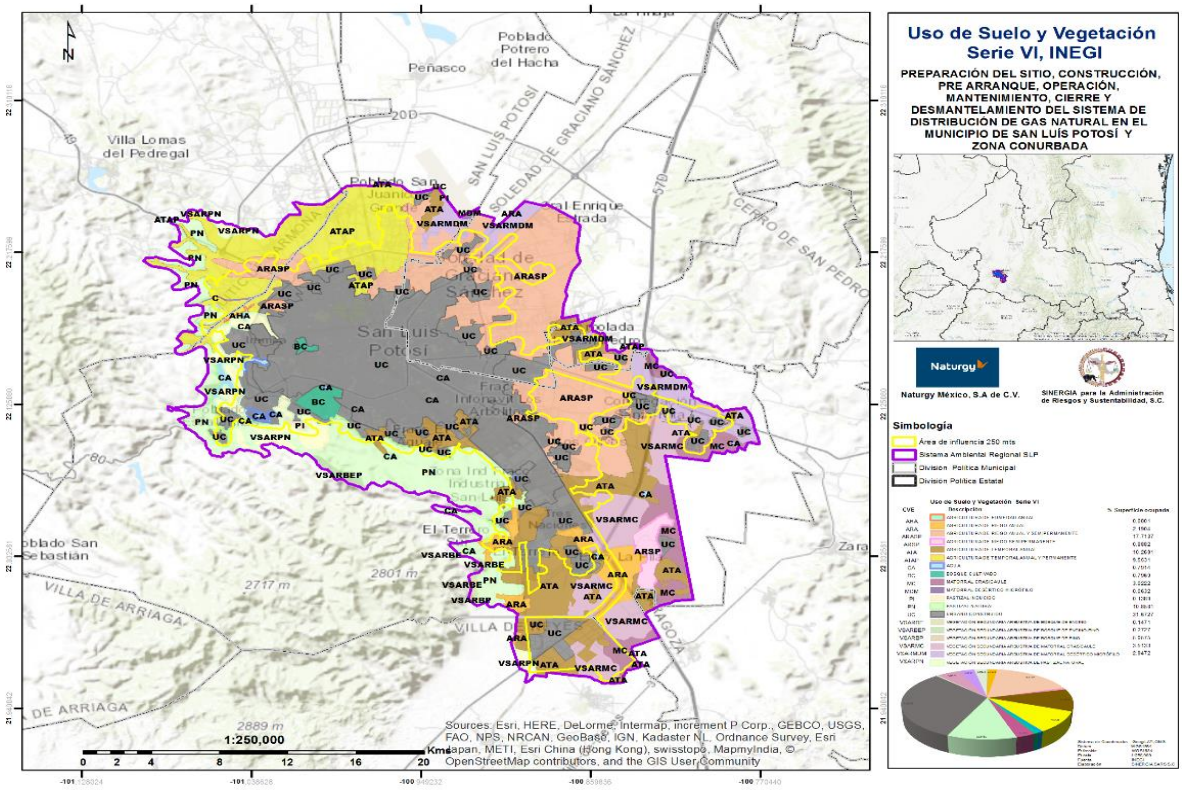


Figura III. 36 Uso de suelo y vegetación exístete dentro del sistema ambiental regional

De acuerdo con ello, y con lo observado dentro de la capa vectorial de uso de suelo y vegetación. Serie VI, en el área de influencia los suelos existentes se clasifican de la siguientes manera: la agricultura de humedad anual el porcentaje de superficie que ocupa es de 0.1499%, la agricultura de riego anual ocupa el 1.7854 %, agricultura de riego anual y semipermanente un 15.1425 % de superficie, la agricultura temporal anual de 8.2658 %, para la agricultura temporal anual y permanente de 6.4461 %, en el punto de agua ocupa un 0.5593 %, también otro uso es el bosque cultivado 1.4916 %, matorrales crasicuale 0.8825 %, para el pastizal inducido 0.2245 %, el pastizal natural con una superficie de 2.1465 %, el punto de urbano construido abarca un 57.5623 %, la vegetación secundaria arbustiva matorral crasicuale con una extensión de 1.9380 %, vegetación secundaria arbustiva matorral desértico micrófilo en un 1.6435 %, y una vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de 1.7612 %. Siendo el urbano construido en mayor proporción de uso de suelo y la agricultura de riego anual y semipermanente. De acuerdo con lo anterior dentro del anexo VIII.2 se presenta vegetación encontrada en el sitio tras realizar puntos de avistamiento. Tal como se puede observar a continuación.

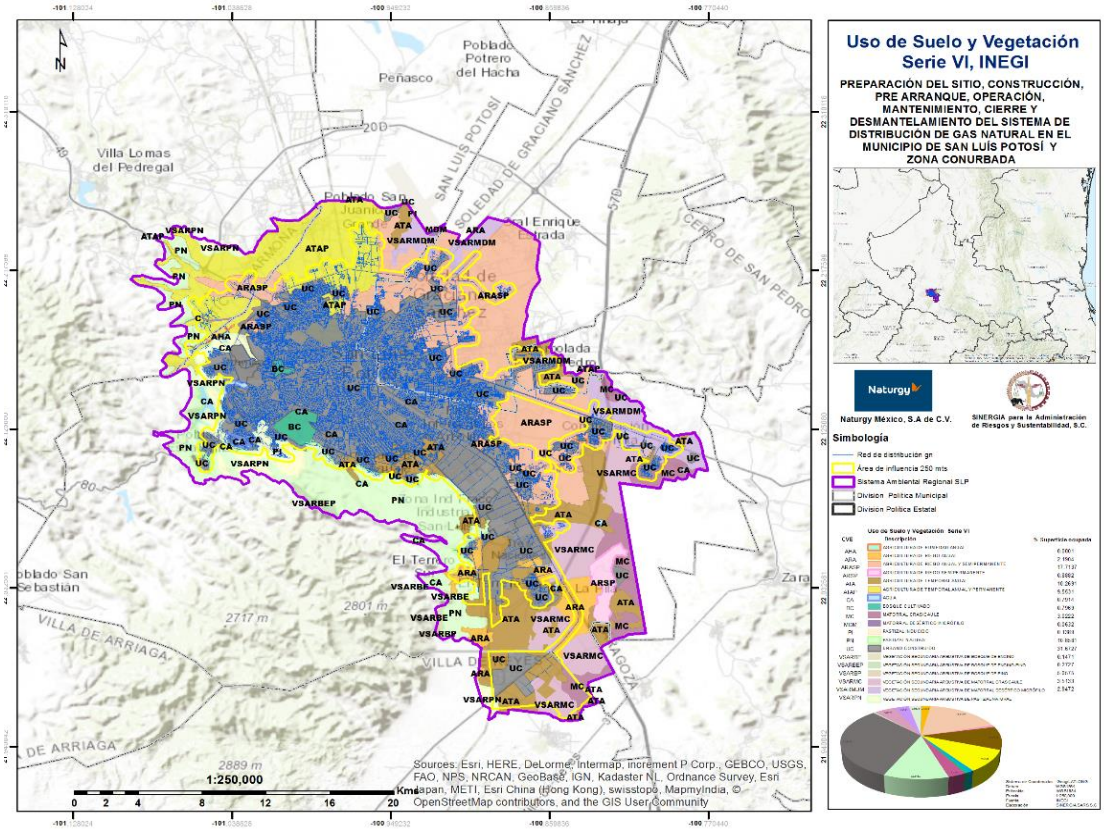


Figura III. 37 Uso de suelo y vegetación presente dentro del área de influencia

III.2.2.2. Fauna

El estado de San Potosí ocupa el noveno lugar nacional en biodiversidad (incluye flora y fauna), esto se debe a la amplia variedad de condiciones climáticas, tipos de suelo, hidrología, geología así como por su ubicación, pues convergen las dos regiones biogeográficas del continente: neártica y neotropical (Torres y Sierra, 2003). En el Estado se encuentran cuatro de las 32 provincias bióticas del país, las cuales son unidades mayores o centros de distribución de agrupaciones generales de especies, dando atención a las relaciones bióticas y a la historia geológica. El criterio de división se basa en rasgos morfotectónicos correlacionados con la distribución de especies endémicas. Así, en San Luis Potosí se encuentran cuatro de las 20 provincias mastofaunísticas y cinco de las quince provincias herpetofaunísticas (CONABIO). En el estado se han registrado 891 especies de vertebrados: 62 especies de peces, 41 de anfibios, 147 de reptiles, 487 de aves y 154 de mamíferos (Martínez de la Vega, 1995, 1999, 2007).

Sin embargo en la región del Altiplano Potosino-Zacatecano se encontró que 78 especies, en su mayoría aves y mamíferos, son aprovechadas por campesinos dentro de once categorías o formas

de uso: aves de jaula, autoconsumo, medicinal, mascotas, amuletos, peletería, juguetes, cetrería, taxidermia, hibridación, así como uso de insectos para obtención de miel y cera (Mellink et al. 1986, 1988). (Anexo VIII.10)

Debido a que el área de influencia del Sistema de Distribución se localiza en una zona urbana, sólo se observaron especies de aves propias de zonas urbanas, tales como el zanate (Quiscaus mexicanus) y el gorrión inglés (Passer domesticus). Por lo que no se observaron especies endémicas o con estatus de conservación.

III.2.3. Perfil Socio- Económico

Las conclusiones más importantes del diagnóstico socio-demográfico del Estado de San Luis Potosí, en el período 1980-2010, son las siguientes:

En primer lugar: Se han mantenido las tendencias históricas de crecimiento demográfico moderado y paulatinamente menos dinámico. Una creciente concentración en la distribución territorial de la población, específicamente en la conurbación de San Luis Potosí–Soledad de Graciano Sánchez. La consolidación como polos regionales de los centros de población de Ciudad Valles, Matehuala y Rioverde-Ciudad Fernández. La persistencia en la emigración de un número importante de potosinos, hacia los Estados Unidos, Canadá, el Distrito Federal y otros estados del país. La permanencia de comunidades rurales caracterizadas por su diversidad étnica y su alta dispersión en el territorio de la entidad, particularmente en la Región Huasteca.

En segundo lugar: Se observa se han reducido las condiciones de marginación en la sociedad potosina así como, se han elevado los niveles educativos de sus habitantes.

CONTENIDO GENERAL

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 1

IV.1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo 5

IV.1.1. Análisis preliminar de peligros 5

IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares 20

IV.1.3. Identificación de peligros y escenarios de riesgo 30

IV.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo 45

IV.2. Análisis cuantitativo de riesgo 105

IV.2.1. Análisis de frecuencias 106

IV.2.2. Análisis de consecuencias 110

IV.3. Conclusiones 159

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla IV.1.- Matriz de interacciones entre las principales sustancias peligrosas consideradas en el Proyecto. 6

Tabla IV.2.- Resumen histórico de reportes de accidentes e incidentes presentados a la ASEA. 23

Tabla IV.3.- Ejemplos de peligros químicos en plantas de proceso. 31

Tabla IV.4.- Recomendación de CCPS / AIChE para la selección de metodologías de identificación de peligros de acuerdo a la fase de diseño de la instalación (Fuente: AIChE / CCPS, 1992). 34

Tabla IV.5.- Personal especializado entrevistado, fechas y horarios de entrevista y temas tratados 36

Tabla IV.6.- Formato de la hoja de trabajo del Análisis ¿Qué pasa si …?. 38

Tabla IV.7.- Palabras guía y desviaciones del proceso. 40

Tabla IV.8.- Criterios para la calificación del índice de frecuencias. 45

Tabla IV.9.- Criterios para la calificación del índice de consecuencias. 46

Tabla IV.10.- Matriz de jerarquización de riesgos. 48

Tabla IV.11.- Interpretación de los niveles de riesgo. 49

Tabla IV.12.- Jerarquización de escenarios de riesgo identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad. 51

Tabla IV.13.- Escenarios máximos probables identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad. 89

Tabla IV.14.- Escenarios máximos catastróficos identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad. 96

Tabla IV.15.- Criterios de asignación de frecuencias para los eventos base o no desarrollados en el árbol de fallos. 110

Tabla IV.16.- Tipos de escenarios de riesgo en función de la peligrosidad de la sustancia. 111

Tabla IV.17.- Tipo de escenarios a simular. 115

Tabla IV.18.- Criterios para definir el tamaño de fuga en la red de distribución. 117

Tabla IV.19.- Condiciones de presión en la cuantificación de radios de afectación en la red de distribución. 118

Tabla IV.22.- Estabilidades de Pasquill-Gifford a emplearse en cuantificación de eventos de desviaciones identificadas en Sistema de Distribución de gas natural. 119

Tabla IV.23.- Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio de nube de gas (Flash fire). 120

Tabla IV.24.- Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio tipo dardo de fuego (Jet fire). 120

Tabla IV.25.- Criterios de sobrepresión para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de deflagración de gas natural. 120

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura IV.1.- Flujograma de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, de conformidad con la Guía para la Presentación del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (versión Julio 2020). 2

Figura IV.2.- Principios de la gestión de riesgos de acuerdo a NMX-SAST-31000-IMNC-2018. 3

Figura IV.3.- Comparación entre el flujo metodológico empleado para la realización del presente análisis de riesgos del sector hidrocarburos, y el proceso de análisis y evaluación de riesgos recomendado en la NMX-SAST-31000-IMNC-2018. 4

Figura IV.4.- Esquema de un suceso top en un árbol de fallos. 106

Figura IV.5.- Esquema de un suceso inrermedio en un árbol de fallos. 106

Figura IV.6.- Ejemplo de uso de la puerta lógica "O" y su árbol de fallos. 107

Figura IV.7.- Ejemplo de uso de la puerta lógica "Y" y su árbol de fallos. 107

Figura IV.8.- Representación de los sucesos no desarrollados o básicos en el árbol de fallos. 107

Figura IV.9.- Simbología del árbol de fallos. 108

Figura IV.10.- Árbol de eventos para la fuga de ácido cianhídrico. 111

Figura IV.11.- Representación de un dardo de fuego. 112

Figura IV.12.- Nivel de sobrepresión v.s. tiempo en una explosión. 114

Figura IV.13.- Árbol de eventos para el escenario de pérdida de contención de gas natural en la red de distribución del PROYECTO que se presenta 122

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

El desarrollo económico e industrial del mundo ha venido acompañado de sucesos que han cambiado los paradigmas de los procesos de producción, dando mayor importancia a la seguridad industrial y la seguridad operativa.

El análisis de riesgos surge como consecuencia de eventos catastróficos que, a través de la historia reciente de la industria de procesos en el mundo, han puesto de manifiesto la importancia de la gestión de los riesgos asociados a estos procesos. Por ejemplo, el accidente de Bhopal, en la India, ocurrido la mañana del 3 de diciembre de 1984, donde se produjo la liberación a la atmósfera de 26 toneladas métricas de isocianato de metilo, una sustancia altamente tóxica, la cual produjo aproximadamente 2,500 a 4,000 fatalidades y más de 180,000 heridos y afectados. Otro ejemplo de evento catastrófico es el ocurrido en nuestro país, en la localidad de San Juán Ixhuatepec, Tlalnepantla, Estado de México, ocurrido el día 19 de noviembre de 1984. Este desastre, ocurrido en la terminal de almacenamiento de gas licuado (Gas LP) de PEMEX ubicada dentro de la localidad, donde se produjeron múltiples explosiones e incendios en los tanques de almacenamiento de gas LP, a causa de la ruptura y fuga de gas en un ducto de transporte y la formación de una nube de gas LP altamente inflamable, causó la muerte de más de 500 personas, aproximadamente 7,000 heridos y la destrucción total de edificaciones y zonas habitacionales dentro de un radio de 300 metros.

Dada la naturaleza catastrófica de este tipo de escenarios, surgió la necesidad de analizar los riesgos potenciales asociados a los procesos, de tal manera que se pudieran establecer los controles operacionales, los sistemas de seguridad y de respuesta a emergencias requeridos para su atención.

El Análisis de Riesgos en los Procesos (ARP) consiste en la aplicación sistemática de metodologías de identificación de peligros y evaluación de riesgos que se puede realizar dentro de todo el ciclo de vida de una instalación, involucrando sus diferentes fases, desde la ingeniería conceptual, hasta su abandono y desmantelamiento al término de su ciclo de vida.

El ARP aborda tres cuestionamientos fundamentales cuya respuesta permite a los analistas a definir estrategias, controles operacionales, sistemas de seguridad y de respuesta a emergencias, orientados a reducir el riesgo asociado a la instalación evaluada:

Peligro - ¿Qué puede salir mal?

Consecuencias - ¿Qué tan malo puede ser?

Probabilidad - ¿Con qué frecuencia podría suceder?

Para resolver estos tres cuestionamientos, dentro de un análisis de riesgo de procesos se desarrolla un esquema de evaluación conformado por tres principales etapas:

- La **identificación de peligros**, que permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidades de materiales que sean fuentes potenciales de accidentes por fuga, derrame, incendio y explosión de una sustancia peligrosa. Esto conlleva a escenarios fundamentales de accidentes, que requieran una mayor consideración y análisis.

- La **evaluación de riesgos** que permite determinar la verosimilitud de ocurrencia de los accidentes identificados en la etapa anterior, con el objetivo de ordenarlos con base en su probabilidad de ocurrencia, así como para priorizar la implementación de las medidas preventivas y correctivas requeridas para reducir el riesgo asociado.

- La **evaluación de las consecuencias** e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados. Este paso permite la comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente permitiendo un análisis y jerarquización de los escenarios en términos de sus efectos potenciales a las personas, los bienes y el ambiente.

En este capítulo se desarrolla a detalle el análisis y la evaluación de riesgos del PROYECTO que se presenta; se desarrolló un análisis preliminar de peligros, cuyo fin es identificar el tipo de escenarios que se podrían esperar debido la interacción entre el gas natural, los diferentes insumos que se utilizarán en las diferentes etapas del PROYECTO, así como los elementos ambientales que pudieran interactuar con dichos insumos; a través de un análisis histórico de accidentes ocurridos en instalaciones similares que manejan gas natural con el fin de identificar causas posibles y consecuencias potenciales de accidentes reales ya ocurridos, incluso para establecer un criterio de probabilidad de ocurrencia de éstos fenómenos para una posterior jerarquización de escenarios de riesgo;, se desarrolla a detalle la identificación de los peligros asociados al PROYECTO, a través de metodologías sistemáticas e internacionalmente aceptadas para tal propósito, describiendo dichas metodologías y aplicándolas de manera colegiada con el personal involucrado en las diferentes fases del proyecto; se hace una evaluación cuantitativa de la frecuencia asociada a los escenarios de riesgo identificados y una evaluación de las consecuencias a través de modelos matemáticos y software especializado para dicho efecto.

La secuencia metodológica para el desarrollo del presente capítulo se encuentra basado en el Flujograma de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, establecida en la guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos (versión Julio 2020).

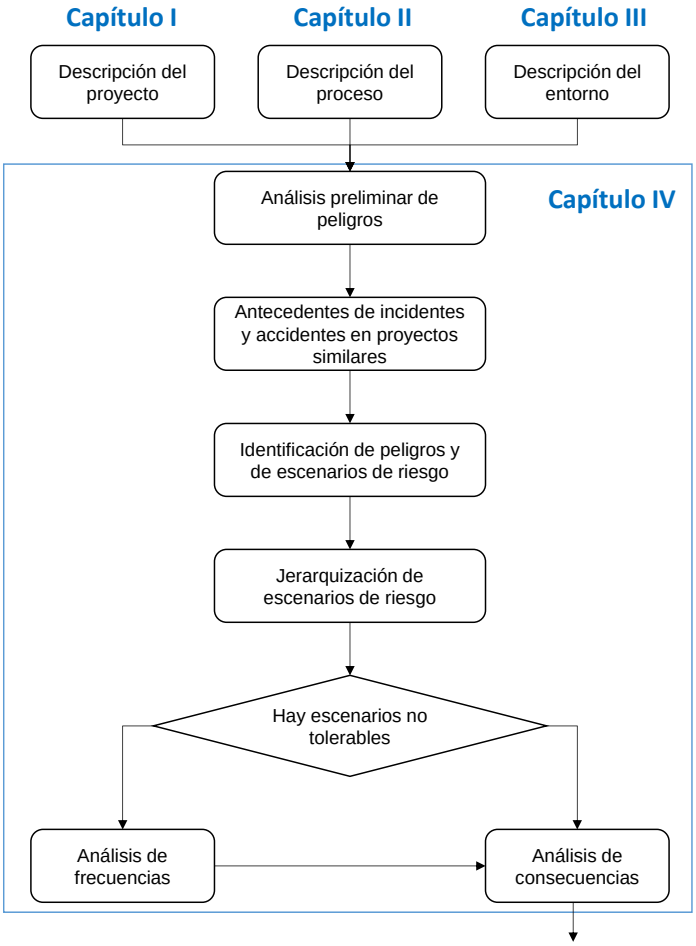


Figura IV.1.- Flujograma de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, de conformidad con la Guía para la Presentación del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (versión Julio 2020).

Los resultados de este análisis se utilizaron para definir las medidas preventivas y correctivas, así como las recomendaciones técnico-operativas necesarias para reducir el riesgo ambiental asociado al PROYECTO. Tales medidas serán estructuradas en un programa de seguridad que se implementen dentro de las actividades del PROYECTO en sus diferentes etapas, bajo una estricta supervisión, control y registro de avances, se llevará a cabo por personal de Naturgy México, S.A. de C.V.

Conceptos de la Gestión de Riesgos implementados de acuerdos a los lineamientos de la norma internacional ISO 32,000 Gestión de Riesgos

Esta norma fue emitida por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.; y su declaratoria de vigencia ha sido publicada por la Dirección General de Normas de la Secretaria de Energía, en el Diario Oficial de la Federación el 22 de agosto de 2018.

Las normas ISO en las últimas décadas se han convertido en pilares fundamentales para los diferentes procesos de gestión empresarial en todo el mundo. Pese a su carácter voluntario, su aceptación y efectividad en los diferentes ámbitos de las organizaciones, se han convertido en estándares internacionales para lograr la mejora continua y sostenida de las empresas.

Es por ello que el presente ARSH se alineado a los preceptos de la norma Internacional ISO 32,000 y su estándar de aplicación directa en nuestro país, la norma mexicana NMX-SAST-31000-IMNC-2018 Gestión del Riesgo – Directrices.

Los principios de la gestión de riesgos de acuerdo a los lineamientos de la norma NMX-SAST-31000-IMNC-2018 Gestión del Riesgo – Directrices se ilustran en el siguiente diagrama:

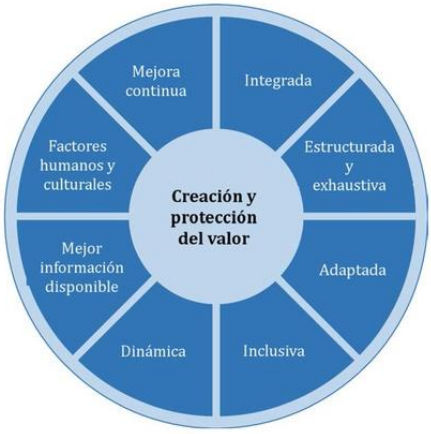


Figura IV.2.- Principios de la gestión de riesgos de acuerdo a NMX-SAST-31000-IMNC-2018.

A continuación, se analiza la manera en la que el presente ARSH se alinea a estos principios:

a) Integrada: El ARSH es parte integral de todas las actividades de la organización, en todas las fases de un PROYECTO, así mismo, se apoya de la información que las áreas que comprende la empresa, puedan proporcionar, con el fin de contar con toda la información documental del PROYECTO analizado.
b) Estructurada y exhaustiva: El ARSH incorpora técnicas sistemáticas de análisis que requieren un amplio conocimiento e información referente al PROYECTO analizado. Asi mismo, presenta una estructura bien definida, también desarrollada bajo lineamientos de instituciones reconocidas a nivel internacional.

c) Adaptada: el ARSH considera aquellos procesos cambiantes en particular en la legislación ambiental y de seguridad industrial aplicable, así como a los diferentes contextos donde los proyectos analizados, presentan su propio contexto ambiental.
d) Inclusiva: Incorpora de manera activa las opiniones de expertos que forman parte de las diferentes áreas de la impresa, opiniones que son consideradas, documentadas e incluidas en el presente ARSH.
e) Dinámica: el Análisis de Riesgos incorporado al presente estudio considera a los peligros asociados a un sistema de distribución como eventos dinámicos, cuyo origen, evolución y resolución pueden ser muy diferentes, entre un evento y otros.
f) Mejor información disponible:
g) Factores humanos y culturales
h) Mejora continua

El proceso metodológico seguido para la gestión de riesgos, también se encuentra alineado a los preceptos de la norma mexicana NMX-SAST-31000-IMNC-2018 Gestión del Riesgo – Directrices, como se puede apreciar en el siguiente diagrama comparativo:

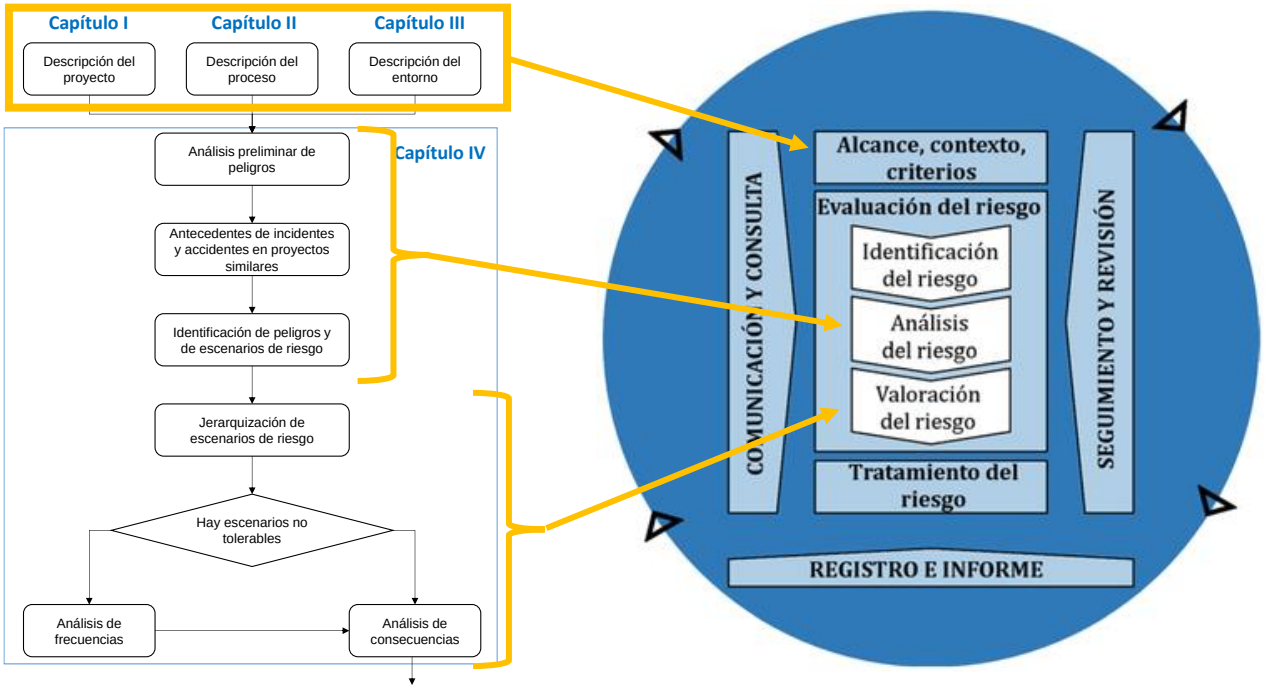


Figura IV.3.- Comparación entre el flujo metodológico empleado para la realización del presente análisis de riesgos del sector hidrocarburos, y el proceso de análisis y evaluación de riesgos recomendado en la NMX-SAST-31000-IMNC-2018.

El **tratamiento del riesgo**, se llevaría a cabo mediante la determinación y la implementación de las medidas preventivas y correctivas determinadas en el presente ARSH por la empresa, en las diferentes fases del PROYECTO, además del aseguramiento de los sistemas de seguridad y prevención ya considerados en el mismo.

La **comunicación y consulta** de los resultados, de los niveles de riesgo del PROYECTO por fase del mismo, de las medidas preventivas y correctivas y su seguimiento, formarán parte de la implementación del Sistema de Administración de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección Ambiental (SASISOPA).

Finalmente, el **seguimiento y revisión** de todo este proceso, se contempla llevar a cabo cada 5 años, o cada que se planifique llevar a cabo una modificación al PROYECTO, o en caso de ocurrir algún evento mayora durante las operaciones del mismo.

IV.1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo

IV.1.1. Análisis preliminar de peligros

La matriz de interacciones de riesgo consiste en una matriz, normalmente con dos entradas, donde se relacionan y evalúan los efectos que las condiciones normales y anómalas de funcionamiento producen sobre las sustancias involucradas.

Los resultados de estas matrices permiten orientar el posterior estudio de la instalación y evitan desatender aspectos que pueden resultar relevantes.

Para la elaboración de la matriz de interacciones de riesgo se consideraron las siguientes sustancias que forman parte del PROYECTO:

- Acetileno
- Aceite lubricante
- Adelgazador
- Gas Natural (producto principal manejado)
- Pintura (Esmalte)
- Diésel
- PEMEX Premium
- Mercaptano

Los resultados de la matriz de interacciones de riesgo se muestran en la figura siguiente (**ANEXO 3.1**):

Tabla IV.1.- Matriz de interacciones entre las principales sustancias peligrosas consideradas en el Proyecto.

Acetileno	No se aprecia interacción de riesgo									
Aceite lubricante	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo								
Adelgazador	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo							
Gas Natural (producto principal manejado)	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo						
Pintura (Esmalte)	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo					
Diésel	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo				
PEMEX Premium	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo			
Mercaptano	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo		
Oxígeno (21% del aire)	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	Incendio y explosión	No se aprecia interacción de riesgo	

Agua	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo	No se aprecia interacción de riesgo
	Acetileno	**Aceite lubricante**	**Adelgazador**	**Gas Natural (producto principal manejado)**	**Pintura (Esmalte)**	**Diésel**	**PEMEX Premium**	**Mercaptano**	**Oxígeno (21% del aire)**	**Agua**

De acuerdo con la información de la tabla anterior, se identificaron las siguientes interacciones de riesgo:

- A**cetileno + Oxígeno (21% del aire)**: Esta interacción representa la mezcla inflamable y explosiva que puede formar el acetileno con el oxígeno del aire, en caso de una fuga accidental. Es por ello que se deben seguir las recomendaciones de uso y almacenamiento que se especifican en la hoja de datos de seguridad del acetileno con el fin de evitar alguna fuga de esta sustancia.

- **Aceite lubricante + Oxígeno (21% del aire)**: El aceite lubricante es más bien una sustancia combustible considerada no inflamable, ya que su punto de inflamación supera los 38°C, lo cual a temperatura ambiente se dificulta la formación de nubes de vapor del aceite que pudieran ser inflamables. Sin embargo, en el remoto caso de formarse una nube de este tipo, representaría un riesgo de incendio y explosión.

- **Adelgazador + Oxígeno (21% del aire)**: El líquido adelgazador es considerado una sustancia inflamable por lo que, en caso de ocurrir algún derrame de este líquido, se puede producir un incendio de charco bajo la presencia de una fuente de ignición. Este riesgo también es bajo debido a que el inventario manejado durante las obras de construcción de la red de distribución es de aproximadamente de 2 a 510 litros por jornada de trabajo, siendo una cantidad muy baja como para representar un riesgo significativo.

- **Pintura (esmalte) + Oxígeno (21% del aire)**: Al igual que el aceite lubricante, las pinturas en esmalte es considerada una sustancia combustible que puede arder a temperaturas superiores a los 38°C, por lo cual es difícil que a temperatura ambiente se formen nubes inflamables o explosivas. Sin embargo, en el remoto caso de formarse una nube de este tipo, representaría un riesgo de incendio y explosión.

- **Diésel + Oxígeno (21% del aire)**: Al igual que el aceite lubricante y la pintura en esmalte, el diésel es considerado una sustancia combustible que puede arder a temperaturas superiores a los 38°C, por lo cual es difícil que a temperatura ambiente se formen nubes inflamables o explosivas. Sin embargo, en el remoto caso de formarse una nube de este tipo, representaría un riesgo de incendio y explosión

- **PEMEX Premium + Oxígeno (21% del aire)**: La gasolina PEMEX Premium es un líquido altamente inflamable que a temperatura ambiente forma nubes explosivas. Es por ello que se recomienda manejar y almacenar la gasolina de acuerdo a las especificaciones de la Hoja de Datos de Seguridad. Sin embargo, se puede mencionar que este combustible solo será manejado en los vehículos automotores para transporte de personal o para generadores eléctricos portátiles, por lo cual, la cantidad manejada de gasolina sería de entre 1 y 5 litros. Esta situación reduce considerablemente el riesgo asociado al manejo de la gasolina por lo que no se aprecia la necesidad de un análisis de riesgo más específico para la actividad de manejo de esta sustancia.

- **Mercaptano + Oxígeno (21% del aire)**: El mercaptano e una sustancia que se utiliza para conferir la propiedad de olor al gas LP y al gas natural. De acuerdo con su estructura química, el mercaptano pertenece a la familia de los Tioles, formados por un radical y un grupo funcional –SH llamado sulfhidrilo, lo cual le confiere un fuerte aroma a huevo podrido. El mercaptano tiene un punto de ebullición de 34.95°C por lo que a temperatura ambiente es un líquido que fácilmente puede ebullir, facilitando la formación de nubes inflamables y explosivas. Su punto de inflamación e encuentra por debajo de 0°C, haciendo que sea un líquido potencialmente inflamable. El mercaptano será utilizado para su dosificación en las City Gate en a través de un equipo dosificador controlado por mediciones cromatográficas en la tubería de alimentación de la red de distribución.

- **Gas natural (producto principal manejado) + Oxígeno (21% del aire)**: Esta es la interacción de mayor importancia que se ha identificado debido a que el volumen de gas natural que será manejado durante la fase de operación es superior a la cantidad de reporte señalada en los listados de actividades altamente riesgosas. El gas natural es una sustancia altamente inflamable debido a que, a condiciones normales de temperatura y presión, esta sustancia se encuentra en estado gaseoso, lo cual facilita mucho la formación de nubes inflamables en el aire ambiente.

Debido al volumen manejado, esta interacción representa un riesgo mayor que los anteriormente descritos es por ello que se recomienda llevar a cabo un análisis de riesgos más detallado para identificar las causas y las consecuencias de una liberación accidental de gas natural en la red de distribución, así como para determinar las medida preventivas y correctivas para reducir el riesgo asociado a la misma.

CONCLUSIONES DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES DE RIESGO

De manera general se puede observar que las interacciones de riesgo asociadas a las sustancias químicas a manejar en el PROYECTO, son escenarios de **incendio** y **explosión** debidos al potencial de combustión que tienen las sustancias con el aire.

Con base a lo anterior, en el caso del **acetileno**, se deberán seguir las indicaciones de seguridad especificadas en la hoja de datos de seguridad del material:

Precauciones para una manipulación segura

Mantener alejado del calor, chispas, llamas al descubierto, superficies calientes y otras fuentes de ignición. No fumar. No utilizar herramientas que produzcan chispas. Utilizar únicamente equipo antideflagrante.

Usar guantes de seguridad de cuero y zapatos de seguridad cuando se manejen cilindros de gas a presión. Proteger los cilindros de los daños materiales, no arrastrar, ni rodar, ni deslizar o dejar caer. Mientras mueve el cilindro, mantenga siempre colocada la cubierta de la válvula desmontable. Nunca intente levantar el cilindro por el capuchón, el capuchón está diseñado únicamente para proteger la válvula. Si mueve cilindros, incluso en pequeños recorridos, utilice una carretilla (mecánica, manual, etc.) diseñada para transportar cilindros. Nunca inserte un objeto, (ejemplo: llaves o barras metálicas, desarmadores) entre el capuchón y el cuerpo de cilindro; esto puede dañar la válvula y causar una fuga. Utilice una llave de correa para remover los capuchones sobreapretados u oxidados. Abra la válvula lentamente. Si se dificulta abrir la válvula, descontinúe el uso del cilindro y contactar al proveedor. Cierre la válvula del contenedor después de cada uso; mantenerla cerrada incluso cuando se encuentre vacío. Nunca aplique flama o calor directamente a cualquier parte el contenedor. Las altas temperaturas pueden dañar el contenedor y pueden causar que el dispositivo de relevo de presión falle prematuramente, venteando el contenido del contenedor.

Condiciones de almacenamiento

Almacene únicamente donde la temperatura no exceda los 52°C (125°CF). Coloque señalamientos de NO FUMAR o PROHIBIDO EL USO DE FLAMA ABIERTA en las áreas de almacenaje y de trabajo. No deben de existir fuentes de ignición. Separe los materiales y protéjalos contra fuego potencial "y/o daños por explosión siguiendo los códigos y requerimientos apropiados. Siempre asegurar lo contenedores en posición vertical a fin de prevenir su caída o que sean golpeados. Coloque los capuchones de protección, si estos son suministrados, con firmeza apretados con la mano cuando el contenedor no es están en uso. Almacene de forma separada los contenedores llenos y vacíos. Utilice un sistema de inventario primeras entradas, primeras salidas para prevenir el almacenaje de contenedores llenos por largos periodos de tiempo.

Cuando maneje el producto a presión, utilice tubería y equipo adecuadamente diseñado para soportar la presión. Nunca trabaje en un sistema presurizado. Utilice un dispositivo preventivo de contraflujo en la tubería. Los gases pueden causar una rápida sofocación debido a la deficiencia de oxígeno; almacene y use con ventilación adecuada. Si ocurre una fuga, cierre la válvula del contenedor y purgue el sistema de forma segura y ambientalmente correcta, después repare la fuga. Nunca coloque un contenedor donde pueda convertirse en parte de un circuito eléctrico.

Área de almacenamiento

Los tráileres (plataformas) de acetileno están diseñados para ser utilizados en el exterior. El almacenamiento de acetileno en exceso de más de 70.79 metros cúbicos (2,500 cu ft) está prohibido en edificios y otro tipo de instalaciones cerradas.

Peligro de incendio

GAS EXTREMDAMENTE INFLAMABLE. Si un gas que está venteando o fugando se incendia, no extinguir las llamas. Los vapores inflamables puedes esparcirse del punto de fuga, creando un riesgo de ignición explosiva. Los vapores pueden incendiarse mediante pilotos, flamas abiertas, cigarros, chispas, calentadores, equipo eléctrico, descargas y otras fuentes de ignición en ubicaciones distantes del punto de manejo del producto. Atmósferas explosivas pueden persistir. Antes de entrar en un área, especialmente un área confinada, verifique la atmósfera con un dispositivo apropiado.

Peligro de explosión

GAS EXTREMADAMENTE INFLAMABLE. Forma mezclas explosivas con el aire y con agentes oxidantes.

Instrucciones para extinción de incendios

Evacúe a todo el personal del área de peligro. Utilice equipo de aire autónomo y ropa protectora. Inmediatamente enfríe lo contenedores con agua desde una distancia máxima segura. Detenga el flujo de gas si es seguro de hacer, mientras continúa rociando agua. Remueva las fuentes de ignición si es seguro de hacer. Remueva los contenedores del área de fuego si es seguro de hacer.

Protección contra la extinción de incendios

Gas comprimido: asfixiante. Peligro de sofocamiento por falta de oxígeno.

Métodos específicos

Utilizar medidas de control de incendios apropiadas con el incendio circundante. La exposición de los envases de gas al fuego y al calor puede provocar su ruptura. Enfriar los envases dañados con chorro de agua pulverizada desde una posición protegida. No vaciar el agua contaminada por el fuego en los desagües.

Otra información

Los contenedores de acetileno están provistos con dispositivos de relevo de presión diseñados para ventear el contenido del cilindro cuando está expuesto a temperaturas elevadas.

En el caso del **aceite lubricante**, en su gran mayoría será utilizado para los vehículos automotores para transporte de materiales y personal. Se considera que, siguiendo las especificaciones de la hoja de datos de seguridad del aceite lubricante, el riesgo aun siendo mínimo, el que se encuentra asociado al uso del aceite lubricante, se pude reducir aún más:

Manejo seguro

Emplear ventilación de extracción local si hay riesgo de inhalación de vapores, nieblas o aerosoles. Evite contacto prolongado o repetido con la piel, los ojos y la ropa. Evitar respirar el vapor, el pulverizado o las nieblas. Al manipular el producto en barriles o tambores, se debe usar zapatos / botas de seguridad, así como adecuado equipo de manipulación Evite derrames. Tejidos, papeles y otros materiales que se utilizan para absorber derrames constituyen un peligro de incendio. Evitar su acumulación disponiendo de ellos inmediatamente en forma segura. Adicionalmente a todas las recomendaciones específicas detalladas para control de riesgos a la salud, una evaluación de los

riesgos se debe hacer para determinar los controles adecuados a las circunstancias locales.
Condiciones de almacenamiento:

Manténgase en lugar fresco, seco y bien ventilado. Use contenedores bien rotulados y que cierren bien. Evitar la luz solar directa, fuentes de calor y agentes oxidantes fuertes, protéjase de la humedad.

Medidas de extinción apropiadas

Medios de extinción adecuados: Espuma y polvo químico seco. En fuegos pequeños solamente se puede usar CO_2, arena o tierra.

Peligros específicos de la sustancia química peligrosa o mezcla

Peligros específicos del producto químico

Su combustión puede producir una compleja mezcla de partículas aéreas sólidas, líquidas y gaseosas, incluso monóxido de carbono y compuestos orgánicos e inorgánicos no identificados.

Medidas especiales que deberán seguir los grupos de combate contra incendio

Equipo de protección personal en caso de fuego: Cuando se acerque al fuego en espacios confinados, debe usarse equipo de protección adecuada que incluya aparato respiratorio de aire auto contenido.

En el caso del **adelgazador y la pintura**, las cantidades de producto a utilizar serán muy pequeñas, por lo que el riego asociado a estas sustancias puede quedar en niveles tolerables cumpliendo con las especificaciones de la hoja de datos e seguridad del material:

Manejo seguro:

Use el equipo de protección personal adecuado. Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso. Evite la exposición durante el embarazo. No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de seguridad. No introducir en ojos o en la piel o ropa. No respire los vapores o nieblas. No ingerir. Use sólo con ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. No entre en áreas de almacenamiento y espacios cerrados a menos que estén ventilados adecuadamente. Mantener en el recipiente original o en uno alternativo autorizado hecho de material compatible, conservar herméticamente cerrado cuando no esté en uso. Mantener alejado del calor, chispas, llamas al descubierto, o de cualquier otra fuente de ignición. Use equipo eléctrico (de ventilación, iluminación y manipulación de materiales) a prueba de explosiones. No utilizar herramientas que produzcan chispas. Evitar la acumulación de cargas electrostáticas. Los envases vacíos retienen residuos del producto y pueden ser peligrosos. No vuelva a usar el envase.

Precauciones especiales

Los vapores pueden acumularse en áreas bajas o cerradas o desplazarse una distancia considerable hacia la fuente de encendido y producir un retroceso de llama. Los vapores son más pesados que el aire y pueden difundirse por el piso. Si este material es parte de un sistema de componentes múltiples, leer la hoja u hojas de datos de seguridad para el otro componente o los otros componentes antes de mezclarlo, ya que la mezcla resultante podrá presentar los peligros de todas sus partes.

Condiciones de almacenamiento seguro

No almacenar por encima de 50°C (122°F). Conservar de acuerdo con las normas locales. Almacenar en un área separada y homologada. Almacenar en el contenedor original protegido de la luz directa del sol en un área seca, fresca y bien ventilada, separado de materiales incompatibles (Mantener siempre alejado de los materiales siguientes para evitar reacciones exotérmicas violentas: agentes oxidantes,

bases fuertes, ácidos fuertes. Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: monóxido de carbono, dióxido de carbono, humo, óxidos de nitrógeno.) y comida y bebida. Guardar bajo llave. Eliminar todas las fuentes de ignición.

Mantener separado de materiales oxidantes. Mantener el contenedor bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo. Los envases que han sido abiertos deben cerrarse cuidadosamente y mantenerse en posición vertical para evitar derrames. No almacenar en contenedores sin etiquetar. Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

Control de incendios

Utilizar polvo químico seco, CO_2, agua pulverizada o espuma (neblina).

Medios de extinción no apropiados

Utilizar polvo químico seco, CO_2, agua pulverizada o espuma (neblina).

Peligros específicos

LÍQUIDO Y VAPORES MUY INFLAMABLES. Los residuos líquidos que se filtran en el alcantarillado pueden causar un riesgo de incendio o de explosión. En caso de incendio o calentamiento, ocurrirá un aumento de presión y el recipiente estallará, con el riesgo de que ocurra una explosión.

Medidas especiales para el grupo de combate contra incendios

En caso de incendio, aísle rápidamente la zona evacuando a todas las personas de las proximidades del lugar del incidente. No se tomará ninguna medida que implique algún riesgo personal o que no contemple el entrenamiento adecuado. Desplazar los contenedores lejos del incendio si esto puede hacerse sin riesgo.

Use agua pulverizada para refrigerar los envases expuestos al fuego.

Equipo de bombero

Los bomberos deben llevar equipo de protección apropiado y un equipo de respiración autónomo con una máscara facial completa que opere en modo de presión positiva.

Medidas en caso de derrame menor

Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Use herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Diluir con agua y fregar si es soluble en agua. Alternativamente, o si es insoluble en agua, absorber con un material seco inerte y colocar en un contenedor de residuos adecuado. Disponga por medio de un contratista autorizado para la disposición de residuos peligrosos.

Medidas en caso de derrame mayor

Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Use herramientas a prueba de chispas y equipo a prueba de explosión. Aproximarse al vertido en el sentido del viento. Evite la entrada en alcantarillas, canales de agua, sótanos o áreas reducidas. Trate los derrames en una planta de tratamiento de aguas residuales o proceda tal como se indica a continuación: Detener y recoger los derrames con materiales absorbentes no combustibles, como arena, tierra, vermiculita o tierra de diatomeas, y colocar el material en un envase para desecharlo de acuerdo con la legislación ambiental. Disponga por medio de un contratista autorizado para la disposición de residuos peligrosos. El material absorbente contaminado puede presentar el mismo riesgo que el producto derramado.

El **diésel** es considerado un combustible debido a su alta temperatura de inflamación y su baja presión de vapor, lo cual dificulta la formación de vapores inflamables, por tal motivo se deberán seguir las siguientes recomendaciones de operación y seguridad para controlar los riesgos a niveles tolerables:

Manejo seguro

Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas, o superficies calientes. No fumar. Use solo al aire libre o en un área bien ventilada. Evite el contacto con el producto. Evite la liberación al medio ambiente. Tomar medidas de precaución contra la electricidad estática (equipos aterrizados). Contenedores de tierra o unión, tanques y equipo de transferencia o recepción. Use solo herramientas que no produzcan chispas. El vapor es más pesado que el aire. Tenga cuidado con la acumulación en fosas y espacios confinados. No use aire comprimido para operaciones de llenado, descarga o manipulación. Evite el contacto con la piel y los ojos. No ingerir. Evite respirar los vapores. Use equipo de protección personal según sea necesario. Asegurar que las medidas apropiadas de limpieza estén en su lugar. No se debe permitir que los materiales contaminados se acumulen en el lugar de trabajo y nunca deben guardarse dentro de los bolsillos. Mantener alejado de alimentos y bebidas. No coma, beba ni fume mientras usa este producto. Lávese bien las manos después de manipular. Cambiar la ropa contaminada al final del turno de trabajo. La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente. El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto.

Almacenamiento seguro

Las instalaciones de almacenamiento deberían diseñarse con diques adecuados para evitar la contaminación del suelo y del agua en caso de fugas o derrames. La limpieza, inspección y mantenimiento de la estructura interna de los tanques de almacenamiento debe ser realizada únicamente por personal debidamente equipado y calificado según lo definido por las regulaciones nacionales, locales o de la compañía. Si se sospecha que hay compuestos de azufre presentes en el producto, verifique si la atmósfera tiene contenido de H_2S. No almacenar con agentes oxidantes. Para contenedores o revestimientos de recipientes, use acero dulce, acero inoxidable. Si el producto se suministra en contenedores: Conservar solo en el contenedor original o en un contenedor adecuado para este tipo de producto. Mantenga los contenedores bien cerrados y debidamente etiquetados. Proteger de la luz solar. Los vapores de hidrocarburo ligero pueden acumularse en el espacio libre de los contenedores. Estos pueden causar riesgos de inflamabilidad o explosión. Los contenedores vacíos pueden contener residuos de productos inflamables. No presurice, suelde, taladre, corte, caliente o incinere contenedores vacíos, a menos que hayan sido limpiados adecuadamente. Use y almacene solo al aire libre o en un área bien ventilada. Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles. Almacenar separados los contenedores que contengan esta sustancia, de los vacíos y de los parcialmente vacíos.

Precauciones adicionales

La ropa y trapos contaminados deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente. No utilizar presión para vaciar los contenedores. Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición; previo deben realizarse entrega segura de equipo, lavado y vaporizado antes de realizar trabajos al interior.

Medidas de control de incendios

Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, bióxido de carbono o espuma química tipo alcohol.

Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla o espuma química tipo alcohol.

Para el uso del método de extinción por sofocación, deberá utilizarse espuma química tipo alcohol AR-FFF en proporción 3 a 6%.

Medios de extinción no apropiados

Chorros de agua directa, ya que derramará más el producto, saliendo de su área de confinamiento.
Peligros específicos: La combustión genera monóxido de carbono y bióxido de carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

Medidas especiales para la lucha contra incendios

Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible y en función de las condiciones de incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a extinción. Utilizar agua como medio de lavado para retirar los derrames de la fuente de ignición.

Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores. Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados.

En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda. Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias, evitar situarse en las zonas bajas, mantenerse siempre alejado de los extremos de los contenedores. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor. Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.

Medidas en caso de liberación accidental

Para el personal no brigadista

Primeramente, llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia. Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo). No tocar ni caminar sobre el producto derramado. Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor.

Para el personal brigadista

Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo). No tocar ni caminar sobre el producto derramado. Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso. Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados. En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible. Cuando se

trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior. Utilizar herramientas anti chispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado. Ventile los espacios cerrados antes de entrar. El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados. Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra. Debe trabajarse en áreas bien ventiladas. Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados. De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad. En caso de un derrame grande, considere la evacuación inicial de por lo menos 300 metros a favor del viento u 800 metros a la redonda. En caso de que un tanque, carro-tanque o auto-tanque que contenga este producto esté involucrado en un incendio, debe aislarse 800 metros a la redonda. Considerar también la evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

Precauciones relativas al medio ambiente

Evite que el producto entre en alcantarillas, zanjas, drenajes, ríos, vías fluviales u otros cuerpos de agua. Si es necesario, drenar el producto con tierra seca, arena o materiales incombustibles similares. Transfiera el producto recogido y otros materiales contaminados, incluyendo al suelo contaminado, a contenedores adecuados para su reciclaje, recuperación o eliminación segura como residuos peligrosos. En México, el producto derramado o suelo contaminado debe manejarse como residuo peligroso, y si se derrama en un volumen mayor a un metro cúbico, se deberá avisar de inmediato a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, Comisión Nacional del Agua o Secretaría de Marina según el medio afectado, y el aviso a la Agencia, se formalizará dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos. Lo anterior, como parte del Programa de Prevención de Accidentes integrado en el Plan de Respuesta a Emergencias. En caso de pequeños derrames en aguas cerradas (es decir, puertos), contenga productos con barreras flotantes u otros equipos. Recolecte el producto derramado absorbiéndolo con absorbentes flotantes específicos. Si es posible, los grandes derrames en aguas abiertas deberían estar contenidos con barreras flotantes u otros medios mecánicos. Si esto no es posible, controle la dispersión del derrame y recolecte el producto mediante el desnatado u otros medios mecánicos adecuados. El uso de dispersantes debe ser aconsejado por un experto y, de ser necesario, aprobado por las autoridades locales. Reúna el producto recuperado y otros materiales en tanques o contenedores adecuados para su recuperación o eliminación segura como residuo peligroso.

Métodos y materiales de limpieza

Se puede usar una espuma supresora de vapor para reducir vapores. Absorber el producto derramado con materiales adecuados no combustibles. Transfiera el producto recogido, suelo contaminado y otros materiales contaminados a contenedores adecuados para su reciclaje, recuperación o eliminación segura como residuos peligrosos. En caso de pequeños derrames en aguas cerradas (es decir, puertos), contenga productos con barreras flotantes u otros equipos. Recolecte el producto derramado absorbiéndolo con absorbentes flotantes específicos. Use herramientas limpias a prueba de chispas para recoger el material absorbido. Si es posible, los grandes derrames en aguas abiertas deberían estar contenidos con barreras flotantes u otros medios mecánicos. Si esto no es posible, controle la dispersión del derrame y recolecte el producto mediante el desnatado u otros medios mecánicos adecuados. El uso de dispersantes debe ser aconsejado por un experto y, de ser necesario, aprobado por las autoridades locales.

Medidas adicionales

Las medidas recomendadas se basan en los escenarios de derrames más probables para este material; Sin embargo, las condiciones locales (viento, temperatura del aire, dirección de la onda / corriente y velocidad) pueden influir significativamente en la elección de las acciones apropiadas. Por esta razón, los expertos locales deben ser consultados cuando sea necesario. Las reglamentaciones locales también pueden prescribir o limitar las acciones que deben tomarse. La concentración de H_2S en los espacios de cabeza del tanque puede alcanzar valores peligrosos, especialmente en el caso de almacenamiento prolongado. Esta situación es especialmente relevante para aquellas operaciones que involucran exposición directa a los vapores en el tanque. Derrames de cantidades limitadas de productos, especialmente al aire libre cuando los vapores usualmente se dispersarán rápidamente, son situaciones dinámicas, que es improbable que impliquen exposición a concentraciones peligrosas. Como el H_2S tiene una densidad mayor que el aire ambiente, una posible excepción puede considerar la acumulación de concentraciones peligrosas en lugares específicos, como zanjas, depresiones o espacios confinados. En todas estas circunstancias, sin embargo, las acciones correctas deben evaluarse caso por caso.

La gasolina PREMIUM es un combustible altamente inflamable por su temperatura de inflamación relativamente baja y su alta presión de vapor, lo que facilita la formación de nubes explosivas. Este combustible se empleará fundamentalmente en los vehículos automotores para transporte de materiales y de personal, en las estaciones de servicio (gasolineras). Adicionalmente se podrán utilizar pequeñas cantidades de gasolina para generadores eléctricos portátiles.

Las recomendaciones para el control de riesgos y mantenerlos en niveles tolerables, relacionados con la gasolina PREMIUM son:

Manejo seguro

El personal no debe ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de esta sustancia. El personal no debe emplear lentes de contacto cuando se manipula este producto. Los equipos empleados para el manejo de esta sustancia, deben estar debidamente aterrizados.

Condiciones de almacenamiento seguro

Deben evitarse temperaturas extremas en el almacenamiento de esta sustancia; almacenar en contenedores resistentes, cerrados, fríos, secos, aislados, en áreas bien ventiladas y alejados del calor, fuentes de ignición y productos incompatibles. Almacenar en contenedores con etiquetas; los recipientes que contengan esta sustancia, deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos. El almacenamiento de pequeñas cantidades de este producto, debe hacerse en contenedores resistentes y apropiados

Medidas adicionales

La ropa y trapos contaminados, deben estar libres de este producto antes de almacenarlos o utilizarlos nuevamente. No utilizar presión para vaciar los contenedores. Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no debe presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

Medios de extinción de incendios

Fuegos pequeños: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, polvo químico seco, bióxido de carbono o espuma química tipo alcohol.

Fuegos grandes: Utilizar agua en forma de rocío o niebla, no usar chorro de agua directa, usar espuma química tipo alcohol. Para el uso del método de extinción por sofocación, debe utilizarse espuma química tipo alcohol AR-FFF en proporción 3 a 6%.

Medios de extinción no apropiados

Chorros de agua directa, ya que derramará más el producto, saliendo de su área de confinamiento.

Peligros específicos

La combustión genera monóxido de carbono y bióxido de carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos. Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido.

Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión. Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse calentándose.

Medidas para la lucha contra incendios

Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo. Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados. En función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción con espuma o polvo. En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda. No usar chorros directos durante incendios mayores. Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias, evitar situarse en las zonas bajas, mantenerse siempre alejado de los extremos de los contenedores. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio depresión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

Medidas adicionales

La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas. El trapo y materiales similares contaminados con gasolina y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.

Medidas en caso de liberación accidental

Indicaciones para personal no brigadista

Primeramente, llamar al número telefónico de respuesta en caso de emergencia. Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro). No tocar ni caminar sobre material derramado. Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso.

Indicaciones para personal brigadista

Eliminar las fuentes de ignición cercanas (no fumar, no usar bengalas, chispas o llama abierta en el área de riesgo). No tocar ni caminar sobre el producto derramado. Mantener alejado al personal que no

participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso. Permanecer fuera de las zonas bajas y en un sitio donde el viento sople a favor. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados. En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente no combustible. Cuando se trate de derrames mayores, se debe represar a distancia, recoger el producto y colocarlo en tambores para su disposición posterior. Utilizar herramientas antichispas para recoger el material derramado, y conectar eléctricamente a tierra el equipo utilizado. Ventile los espacios cerrados antes de entrar. El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados. Todo el equipo que se use para el manejo de esta sustancia, debe estar conectado eléctricamente a tierra. Debe trabajarse en áreas bien ventiladas. Debe proveerse ventilación mecánica a prueba de explosión, cuando se maneje esta sustancia en espacios confinados. De ser posible, los recipientes que lleguen a fugar deben ser trasladados a un sitio bien ventilado y alejado del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto, deberá trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.

Medidas de protección ambiental

Contener el producto en los lugares afectados con arena, tierra u otras barreras apropiadas para minimizar o limitar su dispersión, así como prevenir que entre en desagües, alcantarillas, zanjas, drenajes pluviales o cuerpos de agua. En México, el producto derramado deberá manejarse como residuo peligroso, y si se derrama en un volumen mayor a un metro cúbico, se deberá avisar de inmediato a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, Comisión Nacional del Agua o Secretaría de Marina según el medio afectado, y el aviso a la Agencia, se formalizará dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos. Lo anterior, como parte del Programa de Prevención de Accidentes integrado en el Plan de Respuesta a Emergencias. En otros países, cumplir con la legislación local.

Métodos y materiales de contención y limpieza

Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro). Todo el equipo que se use durante el manejo del producto, deberá estar conectado eléctricamente a tierra. No tocar ni caminar sobre material derramado.

En el caso del **gas natural**, se establecen las siguientes recomendaciones iniciales para el control de los riesgos asociados a este combustible:

Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca trate de localizar fugas iluminándose con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas a prueba de explosión.
Verificar que la integridad mecánica - eléctrica de las instalaciones se encuentran en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento) anticipadamente por medio de pruebas y auditorías:

• Especificaciones de tubería (válvulas, conexiones, accesorios, etc.) y prácticas internacionales de ingeniería.

• Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.

• Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, etc., en prevención a posibles fugas, con actuador local o desde un refugio confiable.

• Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersión, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.

• Extintores portátiles.

Medidas adicionales

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de gas natural deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables y mantenerse herméticos para evitar fugas.

Medios de extinción apropiados

Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico), bióxido de carbono y aspersión de agua.

Medios de extinción no apropiados

Espuma

Medidas especiales en la lucha contra incendios

Active el Plan de Respuesta de Emergencia según la magnitud del evento.

Aún sin incendio, asegúrese de que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.

Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con agua las superficies expuestas al calor, ya que el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos provoca daños catastróficos.

Medidas en caso de liberación accidental

Medidas para personal no brigadista

LLAMAR primero al número de teléfono en caso de emergencia. Alejarse del lugar como mínimo 100 metros en todas las direcciones. Eliminar todas las fuentes de ignición.

Medidas para personal brigadista

Si esto sucede a la intemperie, el gas natural se disipa fácil y asciende rápidamente en las capas superiores de la atmósfera (ya que es más ligero que el aire); contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición. Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. Mantener alejado al personal no autorizado. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento. Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos para expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas. Conectar eléctricamente a tierra todo

el equipo que se use durante el manejo del producto. Use rocío de agua para reducir los vapores o desviar la nube de vapor a la deriva. No ponga agua directamente a la fuente de la fuga. Prevenga la expansión de vapores a través de las alcantarillas, sistemas de ventilación y áreas confinadas.

Medidas de protección ambiental

Evitar quemar el gas.

Medidas adicionales

El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendios debe estar capacitado, adiestrado y equipado para cuidar, manejar, reparar y atacar incendios o emergencias, que deberá demostrarse a través de simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de ducto de transporte, etc.) y contraincendios.

Finalmente, estas medidas son medidas puntuales de prevención y control de riesgos en caso de alguna interacción de riesgo con algunas de las sustancias químicas a manejar, sin embargo, dada la extensión de la instalación que manejará el gas natural y la cantidad manejada del mismo, se recomienda llevar a cabo una identificación de peligros más detallado con el fin de identificar los controles operacionales, los sistemas de seguridad y recomendaciones adicionales orientadas a mantener los riesgos asociados al PROYECTO.

IV.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

El análisis de accidentes e incidentes ocurridos en el pasado de la instalación o en instalaciones con procesos, instalaciones y/o actividades similares, permite obtener un panorama de los principales efectos asociados con estos escenarios, principalmente de la ocurrencia de incendios, explosiones, fugas o derrames de sustancias químicas peligrosas, y poder reconocer sus principales causas, las cuales pueden resultar multifactoriales o deberse a una cadena de fallas que a simple vista no resultan evidentes para el analista y podrían ser omitidas en el análisis.

El análisis histórico de accidentes permite realizar de manera cualitativa este análisis mediante el estudio de diferentes casos de accidentes e incidentes y, en caso de contar con un número estadísticamente suficiente, se podría convertir en una herramienta cuantitativa para analizar la probabilidad de ocurrencia de estos escenarios.

A continuación, se describen notas periodísticas relacionadas a accidentes ocurridos en el pasado, relacionadas al gas natural:

Cierran la autopista México-Querétaro por fuga de gas en ducto de Pemex

https://www.eluniversal.com.mx/estados/mexico-queretaro-cierran-autopista-por-fuga-de-gas-en-ducto-de-pemex

Pachuca. - La autopista México-Querétaro, fue cerrada a la circulación por una fuga de gas en un ducto de Pemex en el municipio de Tepeji del Río.

De acuerdo con Pemex alrededor de las 11 de la noche se recibió de Control México, sobre una alerta de una toma clandestina en el kilómetro 759 del sistema LPG que transporta gas a toda la República.

Ante ello se aplicaron los protocolos, sin embargo, hay una nube de gas que no se ha podido disipar por las condiciones climatológicas.

Se señaló que el riesgo es latente, pero se encuentra controlado.

Alrededor de las tres de la mañana en el operativo implementado en coordinación con la Guardia Nacional, se evacuó a los pobladores de la zona afectada.

El alcalde de ese lugar Salvador Jiménez Calzadilla y el secretario de la Contraloría quién funge como enlace del gobierno estatal en ese municipio mantienen los trabajos de ayuda a la población.

En total fueron evacuadas de sus hogares alrededor de 259 familias, quienes fueron trasladados a un refugio temporal ubicado en la comunidad de Santiago Tlautla.

De igual manera se pidió a los habitantes de la zona no salir de sus domicilios, cerrar puertas y ventanas a su cómo cortar el suministro de gas y se realizó el corte de energía eléctrica por parte de la CFE.

Fuga de gas genera intensa movilización en la colonia Independencia, Toluca

https://www.milenio.com/policia/fuga-gas-desalojan-vecinos-estudiantes-toluca

Decenas de vecinos y estudiantes de escuelas cercanas fueron desalojados en la colonia Independencia, municipio de Toluca, luego de registrarse una fuga de gas en una de las avenidas principales; motivo por el cuál, personal de Protección Civil trabajaron para controlar la situación.

Según los reportes policiacos los hechos ocurrieron antes de las 12:00 horas del martes 5 de octubre, cuando personal del Ayuntamiento de Toluca realizaba trabajos en Avenida Ruta de la Independencia, entre Morelos y Valladolid; sin embargo, accidentalmente, perforaron un ducto de gas natural, mencionaron testigos.

Esto generó una intensa fuga de gas, hidrocarburo que se pudo percibir en varias calles aledañas. Elementos de Protección Civil y Bomberos de Toluca y del Estado de México acudieron para controlar la situación, por lo que desalojaron a los vecinos cercanos, así como una universidad privada y una escuela secundaria. Tras varios minutos de trabajo la situación fue controlada, habilitaron nuevamente la circulación y vecinos alumnos regresaron a sus actividades.

Técnicos de Pemex prenden fuego a fuga para acelerar reparación en gasoducto de Pénjamo

https://www.eluniversal.com.mx/estados/tecnicos-de-pemex-prenden-fuego-fuga-para-acelerar-reparacion-en-gasoducto-de-penjamo

Seguridad Pública municipal informa que el personal determinó quemar el gas a fin de que éste se consuma para iniciar lo antes posible los trabajos

Pénjamo. - Técnicos de Seguridad de Pemex prendieron fuego a la fuga de gas natural registrada la tarde de este miércoles en los ductos que atraviesan las comunidades Plazuelas y Las Ánimas.

Con la medida se pretende agilizar el consumo del combustible para proceder a la reparación del gasoducto.

La maniobra provocó una larga lengua de fuego, que sobresalía en la oscuridad.

La Secretaría de Seguridad Pública municipal informó que personal de Pemex determinó quemar el gas a fin de que éste se consuma para iniciar lo antes posible los trabajos de reparación.

Hasta el anochecer, en la zona continúan las labores de resguardo y prevención de policías locales, Protección Civil y Bomberos.

Protección Civil evacuó de sus domicilios a 30 personas de la comunidad Los Olivos, ubicada a un kilómetro del lugar de la contingencia.

Los casos anteriormente citados muestran cuales son las consecuencias de fugas en ductos de gas natural, así como las acciones que normalmente se implementan en tales casos.

Ahora bien, con base en las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para Informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la empresa, en cumplimiento de sus obligaciones de reportar los diferentes tipos de accidentes e incidentes ocurridos en las instalaciones de distribución de gas natural donde la empresa es permisionaria, ha presentado dichos reportes, a través de los mecanismos señalados en las citadas disposiciones.

Estos registros de accidentes e incidentes constituyen una fuente de información valiosa desde el punto de vista de análisis histórico de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones de la propia empresa.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los reportes de accidentes e incidentes presentados a la ASEA desde el año 2018 a la fecha.

Tabla IV.2.- Resumen histórico de reportes de accidentes e incidentes presentados a la ASEA.

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
16 de abril de 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Cuajimalpa	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 160mm de polietileno.	Sin lesionados, afectación en circulación vehicular durante 2 horas aproximadamente.	Movilización de personal de seguridad pública.
18 de mayo de 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Coyoacán	Acometida doméstica	Gas natural	Incendio en departamento.	Desconocidos.	2 lesionados que fueron atendidos en el lugar sin requerir hospitalización ni seguimiento médico. Afectaciones en bienes inmuebles.	Movilización de paramédicos en el lugar. Cierre temporal de la instalación de gas natural para reparaciones en la vivienda.
24 de junio de 2019	Nuevo León / Municipio de Guadalupe	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural con incendio.	Desconocidos	Sin lesionados, afectación en circulación vehicular durante 2 horas aproximadamente.	Control del incendio con apoyo de personal de bomberos y movilización de personal de seguridad pública.

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
9 de julio de 2019	Nuevo León / Municipio de San Nicolás de los Garza	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 110mm de polietileno, causas desconocidas.	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de los grupos de seguridad pública.
27 de agosto 2019	Nuevo León / Municipio de San Nicolás de los Garza	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural con incendio	Daño en tubería de 6 pulgadas de acero.	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de los grupos de seguridad pública.
3 de septiembre de 2019	Aguascalientes, Aguascalientes	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 110 mm	Sin lesionados.	Movilización de grupos de seguridad pública.
4 de septiembre de 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Iztacalco	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 160 mm de polietileno	Afectación importante al suministro de gas natural en la Alcandía de Iztacalco, durante aproximadamente 10 horas que concluyeron las acciones de reparación y restablecimiento del servicio.	Cierre de válvula de seccionamiento. Movilización de grupos de seguridad pública.

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
						Afectación parcial a la vialidad.	
12 de septiembre de 2019	Toluca / Municipio de Lerma	Red de distribución	Gas natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 110 mm	Sin lesionados. Afectación a la vialidad.	Movilización de grupos de seguridad pública.
6 de noviembre 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Iztapalapa	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 160 mm	Sin lesionados. Afectación a la vialidad.	Movilización de bomberos y grupos de seguridad pública.
7 de noviembre 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Benito Juárez	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm	Sin lesionados. Evacuación de 30 personas, entre niños y adultos que se ubicaban en una institución de educación preescolar.	Movilización de protección civil.
12 de diciembre 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Cuauhtémoc	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 40 mm	Sin lesionados. Evacuación de 50 personas de domicilios aledaños al punto de fuga.	Movilización de bomberos.

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
18 de diciembre de 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Coyoacán	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm	Sin lesionados. Evacuación de 20 personas de domicilios aledaños al punto de fuga. Afectación parcial a la vialidad	Movilización de protección civil.
19 de diciembre de 2019	Ciudad de México / Alcaldía de Cuauhtémoc	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de bomberos.
20 de abril de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Gustavo a. Madero	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de bomberos.
30 de julio de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Benito Juárez	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm	Sin lesionados. Evacuación de aproximadamente 100 personas de sus domicilios.	Movilización de protección civil.
17 de agosto de 2020	Nuevo León / Municipio de san Nicolás de los Garza	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural con explosión.	Desconocidas	4 lesionados por quemadoras.	Movilización de diferentes grupos de apoyo externo, cierre de vialidad y

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
							restricción de acceso en las inmediaciones del lugar para las investigaciones.
4 de septiembre de 2020	Coahuila / Municipio de Saltillo	Toma de servicio múltiple (comercial)	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en una válvula de paso de 2 pulgadas	Sin lesionados. Evacuación de 500 personas en plaza comercial.	Movilización de protección civil.
4 de septiembre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Cuauhtémoc	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería.	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de bomberos.
9 de septiembre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Miguel Hidalgo	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 160 mm de polietileno.	Sin lesionados. Afectación parcial a la vialidad.	Movilización de protección civil.
29 de septiembre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Tlalpan	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería de 63 mm de polietileno a causa de obras de introducción de agua potable.	Sin lesionados. Afectación a la vialidad.	Movilización de protección civil, bomberos y seguridad pública.
30 de septiembre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en válvula de 2 pulgadas de	Sin lesionados. Residentes del edificio	Movilización de protección civil

Fecha	Ciudad	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones Realizadas para su atención
	Gustavo A. Madero				edificio de viviendas	desalojaron por cuenta propia.	
11 de octubre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Benito Juárez	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en válvula de 1 pulgada	Sin lesionados. Evacuación de población aledaña.	Movilización de bomberos.
12 de octubre de 2020	Guanajuato / Municipio de León	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en un accesorio de polietileno de 63 mm	Sin lesionados. Evacuación de aproximadamente 80 personas.	Movilización de bomberos.
18 de octubre de 2020	Ciudad de México / Alcaldía de Iztacalco	Red de distribución	Gas Natural	Fuga de gas natural	Daño en tubería e 63mm de polietileno	Sin lesionados.	Movilización de bomberos, seguridad pública.

La copia de los reportes originales presentados a la ASEA y que sirvieron de base para conformar la tabla de datos de accidentes e incidentes anterior, se incluyen en el **ANEXO 3.2**.

La tabla anterior no permite identificar claramente las causas de todos los accidentes reportados a la ASEA, sin embargo, destacan la intervención de obras aledañas, a través de las cuales se ha causado la ruptura accidental de la tubería con retroexcavadora.

Destaca el hecho de que la mayoría de los accidentes presentados en la tabla y que se han reportado a la ASEA son de Nivel 1, clasificados como tales de conformidad con las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para Informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, los cuales corresponden a eventos con las siguientes características:

- Daños a las instalaciones, sin interrupción de operaciones de las Actividades del Sector Hidrocarburos

También destaca que, entre las consecuencias observadas, en los tres años de reporte, se ha presentado un accidente con 4 lesionados por quemaduras, lo cual es un dato importante a considerar dentro de la jerarquización de escenarios de riesgo identificados, desde el punto de vista de la frecuencia de eventos con lesionados y de la máxima gravedad ocurrida en el periodo señalado.

Otro aspecto importante ha sido la intervención de los grupos de apoyo externo que han contribuido de manera importante en el control de terceros, restringiendo el acceso y, en algunos casos, la evacuación de la población, cuando se ha requerido.

En relación a la frecuencia de eventos tipo 1, clasificados como tal de conformidad con las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para Informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, se pudo constatar a través de los datos presentados en la tabla anterior, que este tipo de eventos Nivel 1 se han presentado en más de una ocasión en el periodo comprendido de un mes, motivo por el cual, este dato deberá ser considerado dentro de la calificación de la frecuencia de este tipo de eventos.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS HISTÓRICO DE ACCIDENTES

El análisis histórico de accidentes pone de manifiesto causas importantes de la liberación accidental del gas natural:

- Obras de construcción que rompen el ducto de gas natural, lo cual se pudo originar por desconocimiento de la existencia del ducto en el sitio de la obra, o por negligencia.
- Ejecución de obras de mantenimiento en el ducto de la instalación de gas natural sin despresurizar por completo la línea a reparar. Por tal motivo de se deberán implementar los protocolos de despresurización de la línea de gas antes de llevar a cabo obras de mantenimiento.

Debido a que el gas natural se encuentra compuesto más del 95% por metano, este gas tiende a elevarse en la atmósfera en caso de su liberación accidental o desfogue, a diferencia del gas LP cuyos vapores liberados o desfogados se acumula en las partes bajas. Esta condición de alguna manera dificulta la ignición de una fuga de gas natural.

A través de lo observado en el análisis histórico de accidentes se pudo constatar que, de la mayoría de los casos presentados, muy pocos produjeron incendio de la fuga de gas natural. En su gran mayoría se produjo la fuga la cual pudo ser controlada antes de su ignición. Esta situación pone de manifiesto la importancia de la activación de los servicios de emergencia de Naturgy México, S.A. de C.V. con el fin de controlar una fuga y evitar su ignición.

Sin embargo, es necesario llevar a cabo un análisis de identificación de peligros más detallado con el fin de identificar los controles operacionales, los sistemas de seguridad y recomendaciones adicionales orientadas a mantener los riesgos asociados al PROYECTO en niveles tolerables.

IV.1.3. Identificación de peligros y escenarios de riesgo

De acuerdo con la norma mexicana NMX-SAST-31000-IMNC-2018 la Identificación del riesgo es encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden ayudar o a impedir a una organización lograr sus objetivos, para el caso de la empresa, el logro de los objetivos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección ambiental en la distribución de gas natural. Para la identificación de dichos riesgos es importante contar con información pertinente, apropiada y actualizada.

La organización puede utilizar un rango de técnicas para identificar incertidumbres que pueden afectar a uno o varios objetivos, para ello se deben considerar factores como los siguientes:

- Fuentes de riesgo tangibles e intangibles
- Causas y eventos
- Amenazas y oportunidades
- Vulnerabilidades y capacidades
- Cambios en los contextos interno y externo
- Naturaleza y valor de los activos y los recursos
- Consecuencias y su impacto en los objetivos
- Limitaciones de conocimiento y confiabilidad de la información

En este apartado del presente análisis de riesgo se describen las metodologías para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos asociados al PROYECTO que se presenta; se describen los criterios para la selección y secuencia de análisis, la selección de nodos o unidades lógicas para realizar dicho análisis, así como los sistemas de seguridad y respuesta a emergencia con que contará el PROYECTO con el fin de prevenir y controlar una emergencia.

Dada la naturaleza de las instalaciones analizadas, las metodologías utilizadas para identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados a éstas, son aquellas que se emplean para realizar Análisis de Riesgos en los Procesos (ARP).

Las metodologías de identificación de peligros y evaluación de riesgos que se seleccionaron, corresponden a aquellas recomendadas por el Instituto Americano de Ingenieros Químicos, a través del Centro para la Seguridad en Procesos Químicos (AIChE / CCPS). Estas metodologías son de las reconocidas a nivel internacional para llevar a cabo análisis de riesgos en diferentes procesos industriales.

Un **peligro** es una característica inherente química o física con la energía potencial de dañar al personal, la propiedad o al ambiente. La palabra clave en esta definición es "potencial". En un proceso o sistema, los peligros no son siempre obvios. La energía puede ser almacenada en muchas formas diferentes, incluyendo química (reactividad, inflamabilidad, corrosividad, toxicidad), mecánica (cinética, potencial) y térmica. El peligro existe si un sistema está arriba o debajo de un nivel de energía ambiental, sin importar como esté almacenada la energía. Por ejemplo, los parámetros del proceso de presión, la condición ambiental es la presión atmosférica. Entre mayor sea la presión del sistema arriba de la presión atmosférica, mayor la energía almacenada y mayor el peligro. Una presión del sistema debajo de la presión atmosférica, por ejemplo, un vacío, puede también poseer peligros, tales como el potencial del colapso de un tanque de almacenamiento (Garza, 2015).

La tabla siguiente muestra algunos ejemplos de peligros químicos en operaciones de proceso.

Tabla IV.3.- Ejemplos de peligros químicos en plantas de proceso.

Peligros asociados	Eventos típicos
Habilidad de autopolimerizar	Polimerización descontrolada
Sensibilidad a golpes	Detonación de un explosivo líquido o sólido o de una mezcla explosiva
Inestabilidad térmica	Explosión térmica después a una reacción descontrolada o autocalentamiento
Habilidad de descomposición del producto	Reacción descontrolada (por ejemplo (óxido de etileno)
Piroforicidad	Fuego al contacto con la atmósfera
Inflamabilidad	Rotura de un depósito con ignición de vapores contenidos con el aire.
	Explosión de nubes de vapor
	Llamarada
	Fuego de derrame
	Fuego de material
Combustibilidad	Fuego de material
	Explosión de polvo
	Ignición de aerosol y fuego rápido
Habilidad de peroxidar	Contacto con oxígeno por un tiempo excedido, descomposición energética del peróxido
Reactividad con el agua	Emisión de material reactivo con el agua y reacción energética con el agua o humedad
Habilidad de oxidar o reducir	Contacto con el oxidante con material orgánico, fuego de material
	Reacción REDOX descontrolada
Acidez o causticidad	Emisión de gases ácidos (por ejemplo HCl anhidro)
	Derrame de sólido o líquido corrosivo
	Reacción descontrolada ácido / base
Toxicidad	Emisión de vapores tóxicos
	Derrame de sólido o líquido tóxico
Otra reactividad incrementada	Mezclado inadvertido o contacto con materiales incompatibles; calor, presión o generación de gases tóxicos

Peligros asociados	Eventos típicos
Reactividad química reducida (material inerte)	Entrada de personal a espacios confinados con niveles de oxígeno reducidos

Para llevar a cabo la identificación de los peligros en la instalación evaluada, se recomienda la implementación de los siguientes cinco pasos:

1.- Listar todos los peligros obvios. La mayoría de los procesos incluyen un número de peligros que son completamente reconocidos, tales como la inflamabilidad del propano y la toxicidad del cloro.

2.- Examinar las características peligrosas de cada químico del proceso. Revisar las hojas de seguridad de materiales (HDS), que tengan información sobre toxicidad, inflamabilidad y reactividad de químicos del proceso y su incompatibilidad con otros materiales.

3.- Examinar todos los parámetros del proceso. Los parámetros (por ejemplo: presión, temperatura, flujo, tasa, nivel, pH) que son controlados o medidos en un proceso, son buenos indicadores de posibles peligros en el proceso. Los parámetros del proceso se deben examinar para todos los modos de operación, independientemente de los procesos químicos, porque algunos peligros existen, que no involucran a químicos peligrosos.

4.- Examinar por incompatibilidades en las interacciones con materiales. Aún si los químicos del proceso son relativamente no peligrosos cuando se consideran independientemente, algunas interacciones potencialmente peligrosas pueden ocurrir cuando los materiales son combinados. Se pueden examinar las interacciones entre químicos del proceso, materiales de contenedores u otros materiales, cuando estos se ponen en contacto, utilizando una **matriz de interacción**.

5.- Documentar los peligros identificados. El reporte de ARP debe listar los peligros identificados en forma tabular y/o discutir cada peligro en el texto. Los peligros nuevos o previamente no identificados, deben recibir una atención y discusión particular.

IV.1.3.1.- Selección de las metodologías de Identificación de Peligros

La identificación de peligros es un esfuerzo organizado para identificar y analizar los peligros asociados con un proceso o actividad. De manera específica, la identificación de peligros se utiliza para identificar las debilidades en el diseño o la operación de una instalación a que pueden producir una fuga, derrame, incendio o explosión. La identificación de peligros proporciona información para ayudar a mejorar las condiciones de seguridad y gestionar los riesgos dentro de sus operaciones.

El analista debe elegir los métodos más apropiados, según las instalaciones o procesos a estudiar, así como dar una justificación para dicha elección, considerando la aplicación de las técnicas sistemáticas ampliamente reconocidas por su efectividad para la administración de los riesgos en un proceso. En algunos casos, lo más apropiado suele ser una combinación de distintos métodos.

La selección de un método para la identificación de peligros depende de muchos factores, incluyendo el tamaño y complejidad del proceso, así como el conocimiento existente del mismo. ¿Se ha operado el proceso durante largo tiempo con muy poco o ningún cambio y se ha generado cierta experiencia a través de su uso?, o ¿Es un proceso nuevo o uno con cambios frecuentes, al estarse actualizando en forma continua? Todas las metodologías de identificación de peligros se encuentran sujetas a ciertas limitaciones. Debido a que el análisis depende en gran medida de un razonamiento adecuado, todas aquellas suposiciones hechas durante el análisis deben ser documentadas, entendidas y guardadas para análisis futuros.

Entre los aspectos a considerar se encuentra el tamaño del sistema, su complejidad, la fase del proyecto en que se encuentra (diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, cierre, desmantelamiento y abandono), la presencia de reacciones químicas, la variación de condiciones de presión, temperatura o flujo, su ubicación relativa respecto a otras áreas de proceso o servicio o la disponibilidad de información y documentación.

El Centro para la Seguridad en Procesos Químicos del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (CCPS y AIChE por sus siglas en inglés), hace las siguientes recomendaciones de selección de metodologías de identificación de peligros, con base en la fase del proyecto en que se encuentre la instalación:

Tabla IV.4.- Recomendación de CCPS / AIChE para la selección de metodologías de identificación de peligros de acuerdo a la fase de diseño de la instalación (Fuente: AIChE / CCPS, 1992).

	Revisión de seguridad	Check list	Índices relativos	Análisis preliminar de riesgo	¿Qué pasa si …?	¿Qué pasa si …? / Check List	Análisis de peligros y operabilidad (HAZOP)	Análisis de modos de fallo y efectos	Árbol de fallos	Árbol de eventos	Análisis Causa - Consecuencia	Análisis de confiabilidad humana
Investigación y desarrollo			✓	✓	✓							
Diseño conceptual		✓	✓	✓	✓	✓						
Operación en planta piloto		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingeniería de detalle		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción / Arranque	✓	✓			✓	✓						✓
Operación normal	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Expansión o modificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Investigación de accidentes e incidentes					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desmantelamiento	✓	✓			✓	✓						

✓ **Metodología comúnmente utilizada**

El PROYECTO que se presenta, se pretende ubicar en zonas urbanas, suburbanas, industriales y en el derecho de vía de los principales accesos de comunicación terrestre a la Ciudad.

Es importante aclarar que el proyecto considera en la implementación del sistema de distribución una metodología para el desarrollo de análisis de riesgos la cual deberá facilitar la aplicación de un examen crítico, sistemático y formal para un proyecto nuevo en la etapa de ingeniería básica y que genere información puntual de los riesgos que puedan generarse en las etapas de operación y mantenimiento.

Los criterios aplicados para la selección de la metodología a emplearse para el análisis de riesgos, se enlistan a continuación:

a. El motivo de la realización del análisis es la identificación de los riesgos derivados de la implementación del Sistema de Distribución de gas natural.

b. Requisitos legales aplicables en materia operativa, ambiental y de seguridad, respectivamente.

c. Disponibilidad de información relacionada con el proceso, como es la memoria descriptiva del sistema de distribución de gas natural en la que se incluyen las bases de diseño, la ingería básica del proyecto, los procedimientos internos de la Promovente.

d. Características operativas del proyecto.

e. Experiencia de la promovente en la administración de sistemas de distribución de gas natural en otras Zonas Geográficas de Distribución de Gas Natural (ZGDGN).

f. Tipo de resultados que se busca obtener con la aplicación del análisis de riesgos:

    1. Descripción cualitativa de los riesgos identificados.

    2. Clasificación de los riesgos identificados.

    3. Descripción cualitativa de las causas y/o consecuencias de los peligros identificados.

    4. Determinación de escenarios de accidentes y el cálculo de la probabilidad de su ocurrencia, así como la cuantificación de las consecuencias de su ocurrencia.

    5. Alternativas para eliminar o controlar los peligros y escenarios de accidente identificados.

    6. Entrada de información para un análisis cuantitativo del riesgo.

Con base en el cuadro anterior, así como con las características del proyecto, la disponibilidad de información y las características particulares para la aplicación de las metodologías de identificación y evaluación de riegos contempladas, se determina que las técnicas adecuadas a aplicarse a la instalación de la promovente, será el **Análisis ¿Qué pasa si …? (What if …? Analysis)**, y el **Análisis de Riesgo y Operabilidad / Hazard and Operability Analysis (HazOp)**.

La jerarquización de los riesgos identificados y evaluados en a la red de distribución de gas natural a través de las metodologías seleccionadas, se realizará a través de la utilización de la metodología de la **Matriz de Jerarquización**, considerando la severidad de las consecuencias de los peligros identificados y su frecuencia de ocurrencia.

Entrevistas con el personal

Las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad HAZOP, se enriquecen a través de la participación y las opiniones de expertos relacionados directamente con el proyecto o instalación evaluada.

Dichas opiniones e información pueden ser recopiladas directamente a través de entrevistas con dicho personal, en el cual se planteen preguntas clave sobre el funcionamiento y datos específicos del proyecto o instalación analizada.

Debido a esto, y con el fin de contar con la experiencia, información y opiniones de personal calificado y que se encuentra relacionado directamente con el PROYECTO, se llevaron a cabo entrevistas con un grupo de expertos de la empresa, a través de las cuales compartieron de manera directa esta información, ayudando de manera importante a detallar la etapa de identificación de peligros.

Las entrevistas se llevaron a través de videoconferencia a través del software Microsoft Teams®.

Los nombres y cargos del personal entrevistado, así como los temas tratados y los horarios en los que se llevaron a cabo estas entrevistas, se señalan en la tabla siguiente:

Tabla IV.5.- Personal especializado entrevistado, fechas y horarios de entrevista y temas tratados.

Fecha y hora	Personal entrevistado	Cargo	Temas tratados
13 de octubre de 2020 10:00 horas	Ing. Rogelio Arajiro Isida Garza	Redes de distribución. Naturgy.	Redes de distribución.
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	
13 de octubre de 2020 12:00 horas	Ing. Martín Javier Ríos Martínez	Encargado de servicios técnicos región de distribución Centro y Toluca. Naturgy	Redes de distribución
	Ing. Rogelio Navarrete López	Mantenimiento de instalaciones auxiliares. Naturgy	
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	
14 de octubre de 2020 10:00 horas	Ing. Ernesto Lozano Díaz	Encargado de servicios técnicos región de distribución Bajío. Naturgy	Red de distribución
	Ing. Antonio de Jesús Hernández Abreu	Mercado regulado y operaciones de la región de distribución Bajío. Naturgy.	
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	
14 de octubre de 2020 12:00 horas	Ing. Rogelio Arajiro Isida Garza	Redes de distribución. Naturgy.	Sistemas de odorización, cromatografía y redes de distribución.
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	
15 de octubre de 2020 10.00 horas	Ing. Brandon Cruz Canales Martínez	Responsable del Centro de Atención a Urgencias. Naturgy	Centro de Atención a Urgencias
	Ing. Rodolfo Oziel Espinoza Milán	Responsable del Centro de Atención a Urgencias. Naturgy	
	Ing. Yolanda de la Cruz	Supervisión Teleoperadoras del Centro de Atención a Urgencias. Naturgy	
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	
	Ing. María Ubando	Centro de control de distribución. Naturgy	Centro de Control de Distribución

Fecha y hora	Personal entrevistado	Cargo	Temas tratados
15 de octubre de 2020 17:00 horas	Ing. Fernando Yahaziel Carrizales Rodríguez	Responsable del centro de control de distribución. Naturgy.	
	Ing. Andrés Torres Reyna	Centro de control de distribución. Naturgy	
	Ing. Armando Espinosa Pérez	Responsable de medio ambiente. Naturgy.	

Cada entrevista fue registrada tanto en una minuta, como en video, conservando las secuencias integras y mostrando la información proporcionada. Dichas minutas y secuencias de video de las entrevistas con el personal especialista señalado, se incluyen en el **ANEXO 4.1**.

La información generada en las entrevistas se empleó como base para complementar la información del análisis ¿Qué pasa si …? y Análisis de Peligros y Operatividad.

Análisis ¿Qué pasa si …?

Consiste en una lluvia de ideas en la cual un grupo de trabajo conformado por personas familiarizadas con el proceso a estudiar y profesionales en análisis y evaluación de riesgos hacen preguntas sobre eventos indeseables cuyo propósito es identificar peligros que pueden producir consecuencias indeseables.

Mediante esta técnica se identifican los peligros, sus consecuencias, y se sugieren alternativas para reducir el riesgo asociado a tales peligros; se pueden analizar e identificar posibles desviaciones de diseño, construcción, operación o modificación.

La aplicación de la técnica genera una lista de preguntas y respuestas acerca de los procesos, mostrando en forma tabular, los peligros identificados en el sistema, sus consecuencias y las posibles alternativas para reducir el riesgo asociado.

Para poder aplicar la metodología ¿Qué pasa si…? es necesario tener un conocimiento claro del proceso a estudiar y contar con la documentación técnica de diseño, construcción y operación del mismo.

El formato para realizar el análisis ¿Qué pasa si…? Puede estar estructurado a manera de un formato como el de la siguiente tabla:

Tabla IV.6.- Formato de la hoja de trabajo del Análisis ¿Qué pasa si …?.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ¿QUÉ PASA SI?			
Área:		**Plano:**	
Sistema:			**Fecha:**
Descripción:			
¿Qué pasa sí?	**Consecuencia /peligro**	**Salvaguardas**	**Recomendaciones**

Para llevar a cabo el análisis ¿Qué pasa si …? Se consideraron los tres componentes principales de la red de distribución de gas natural:

01 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (RDGN APA AC 24in)
02 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (RDGN APA AC 16in)
03 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (RDGN APA AC 12in)
04 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (RDGN APA AC 10in)
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (RDGN APA AC 8in)
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (RDGN APA AC 6in)
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (RDGN APA AC 4in)
08 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (RDGN APA AC 3in)
09 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (RDGN APA AC 2in)
010 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (RDGN APA AC 1in)
011 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (RDGN MPB AC 12in)
012 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (RDGN MPB AC 10in)
013 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (RDGN MPB AC 8in)
014 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (RDGN MPB AC 2in)
015 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (RDGN MPB PE 200mm)
016 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (RDGN MPB PE 160mm)
017 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (RDGN MPB PE 110mm)
018 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (RDGN MPB PE 90mm)
019 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (RDGN MPB PE 63mm)
020 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (RDGN MPB PE 40mm)
021 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (RDGN MPC AC 6in)
022 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (RDGN MPC AC 4in)
023 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (RDGN MPC AC 2in)
024 Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (RDGN MPC PE 200mm)
025 Eventos naturales extremos
026 Interacciones potenciales de riesgo con gasolineras
027 Interacciones potenciales de riesgo con gaseras
028 Interacciones potenciales de riesgo con Terminales de Almacenamiento de PEMEX

En el anexo **ANEXO 4.2** se incluyen los formatos de trabajo del análisis ¿Qué pasa si …?.

Análisis de Riesgo y Operabilidad / Hazard and Operability Analysis (HazOp)

El Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp) o también conocido como Análisis Funcional de Operabilidad (AFO) o Análisis Operativo (AO), es definido por la Chemical Industry Association de (Inglaterra) en su guía como:

> *"La aplicación de un examen crítico, formal y sistemático a un proceso o proyecto de ingeniería de nueva instalación, para evaluar el riesgo potencial de la operación o funcionamiento incorrecto de los componentes individuales de los equipos, y los consiguientes efectos sobre la instalación como conjunto"*

La aplicación de la metodología HazOp se basa en que las desviaciones de las condiciones de operación y el diseño de un sistema nos conducirán a un fallo en el mismo sistema. La identificación de estas desviaciones en el transcurso de la aplicación del HazOp, se realiza por medio de una metodología rigurosa y sistemática, mientras que el fallo en el sistema como tal, puede generar desde paros no relevantes en el proceso hasta accidentes de graves consecuencias en el mismo.

La primera etapa para la aplicación y desarrollo del análisis HazOp, es la definición de los sistemas y subsistemas de interés que serán el objeto de los análisis de riesgo, siempre referidos estos a equipos y/o procesos de la instalación industrial que se está analizando, mientras que cada uno de estos subsistemas estará integrado por nodos de estudio, en los que se particularizará el análisis detallado de riesgo. La segunda etapa del análisis HazOp a desarrollarse, consiste en la aplicación sobre cada uno de los nodos de estudio de los sistemas y subsistemas de interés, de forma secuencial y repetitiva, de ciertas palabras guía a cada una de las condiciones de operación del proceso, relacionadas siempre con las variables operativas del mismo, como pueden ser la densidad, flujo, nivel, presión, temperatura, etcétera.

La aplicación de las dos etapas antes mencionadas a los nodos de estudio de los sistemas o subsistemas de la instalación industrial, ayudará a identificar las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación y realizará un repaso exhaustivo de los posibles funcionamientos anómalos. El estudio de las desviaciones nos llevará directamente a la identificación de las causas y consecuencias de estas, así como nos proporcionará información clara del riesgo potencial al presentarse la desviación, de los problemas implícitos en el funcionamiento inadecuado del objeto de análisis y de forma simultánea, se determinarán los medios de protección y recomendaciones a aplicarse al sistema.

Finalmente, los resultados obtenidos de la aplicación del análisis HazOp al proyecto, se reportarán por medio de la modalidad Deviación por Desviación (DBD), consistente en reportar solo aquellas desviaciones que presentan consecuencias de interés, omitiendo en el registro las demás desviaciones cuyas afectaciones no son relevantes en función del peligro que representan.

En preparación de la aplicación de la metodología HazOp al Sistema de Distribución de gas natural de la Promovente, se recurre a la descripción del proyecto, para la determinación de los elementos críticos del proyecto a analizarse, mismos que se enlistan como sigue:

1. Estaciones de regulación y medición distritales (City Gate).
2. Red de distribución de gas natural en tubería de acero.

Las variables operativas de interés relacionadas directamente el funcionamiento del proceso de distribución de gas natural de la Promovente, desarrollado en su Sistema de Distribución de gas natural, son Flujo (Q) y Presión (P).

Complementando la información requerida para la aplicación del análisis HazOp al Sistema de Distribución de gas natral, ya habiéndose definido los sistemas, subsistemas y nodos de estudio de interés, así como las variables operativas de interés, se presentan a continuación las palabras guía a emplearse a lo largo de la aplicación del análisis HazOp:

Tabla IV.7.- Palabras guía y desviaciones del proceso.

Palabra guía	Significado	Parámetros de proceso	Ejemplo de desviación	Descripción de la desviación
Más	Aumento del parámetro	Presión Temperatura Volumen Flujo o Caudal Nivel Entalpía	Más flujo	Aumento del flujo con relación al valor normal
Menos	Disminución del parámetro		Menos flujo	Disminución del flujo con relación al valor normal
Todo	Aumento del parámetro a un valor máximo		Flujo inverso	El fluido se desplaza en sentido contrario
Nada	Disminución del parámetro a un cero absoluto		Nada volumen	Ausencia total de volumen
No	Ausencia del parámetro		No flujo	El flujo es igual a cero. No hay flujo
Si	Presencia del parámetro		Si flujo	Presencia de flujo sin considerar un valor de referencia

Selección de los subsistemas y nodos de evaluación. - Se seleccionaron los nodos de acuerdo a las características de las instalaciones, así como sus condiciones de operación y la información disponible sobre estos sistemas.

Con base en la descripción detallada del proceso, presentada en el capítulo 2 del presente ARSH, se seleccionaron los siguientes nodos de evaluación, con el fin de realizar el análisis HAZOP:

01 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (RDGN APA AC 24in)
02 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (RDGN APA AC 16in)
03 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (RDGN APA AC 12in)
04 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (RDGN APA AC 10in)
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (RDGN APA AC 8in)
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (RDGN APA AC 6in)
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (RDGN APA AC 4in)
08 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (RDGN APA AC 3in)
09 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (RDGN APA AC 2in)
010 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (RDGN APA AC 1in)
011 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (RDGN MPB AC 12in)
012 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (RDGN MPB AC 10in)
013 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (RDGN MPB AC 8in)
014 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (RDGN MPB AC 2in)
015 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (RDGN MPB PE 200mm)
016 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (RDGN MPB PE 160mm)
017 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (RDGN MPB PE 110mm)

018 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (RDGN MPB PE 90mm)
019 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (RDGN MPB PE 63mm)
020 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (RDGN MPB PE 40mm)
021 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (RDGN MPC AC 6in)
022 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (RDGN MPC AC 4in)
023 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (RDGN MPC AC 2in)
024 Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (RDGN MPC PE 200mm)

En el anexo **ANEXO 4.3** se incluyen los formatos de trabajo del análisis HazOp.

CONCLUSIONES DE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

A través de la aplicación de las técnicas identificativas de peligros denominadas Análisis ¿Qué pasa si…? y Análisis de Peligros y Operatividad Hazop, se identificó que, las causas que pueden dar origen a la liberación accidental de gas natural, se pueden agrupar en tres grupos principales:

- **Falta de mantenimiento, supervisión y fallo de los sistemas de regulación y medición**. entre las instalaciones de mayor riesgo se encuentran las City Gates y ERM's, las cuales son instalaciones superficiales, y donde se concentra la mayoría de los sistemas de supervisión y vigilancia remota de la red de distribución de gas natural. Adicionalmente son las instalaciones donde se lleva a cabo el control de la presión y el flujo de gas natural; las City Gates son el punto de transferencia de custodia del gas natural que provee la empresa transportista y el gas recibido se encuentra a altas presiones, superiores a los 19 bares (19.37 kg/cm^2). De Ahí radica la importancia de los programas de mantenimiento, supervisión, vigilancia en el funcionamiento de estos sistemas.

- **Golpe accidental causado por terceros**. En esta clasificación se encuentran los choques de vehículos contra la City Gates y ERM's, o las rupturas accidentales de la tubería de gas natural causadas por el uso de trascabos en las zonas donde se desconoce la existencia de los ductos de gas natural. En virtud de esto, la empresa ha puesto especial interés en la señalización de las redes de distribución mediante hitos que alertan a cualquier persona sobre la existencia de ductos de gas natural en la zona, con el fin de que, en especial, las compañías que realicen obras en la cercanía, adviertan sobre la presencia de estos ductos y extremen precauciones, antes de llevar a cabo estas obras.

- **Intervención de terceros por sabotaje o vandalismo**. También destaca, dentro de las causas de una posible fuga de gas natural, la obra mal intencionada por parte de terceros, ya sea por sabotaje o por simple vandalismo. Especialmente expuestas son las instalaciones de las City Gate's y ERM's debido a que son instalaciones superficiales. No es posible descartar el peligro asociado a actos de vandalismo y sabotaje.

- **Incremento de presión en el ducto de transporte**. De conformidad con la información presentada en el análisis histórico de accidentes, no se tiene registro de un evento de incremento de presión súbito en el ducto de transporte. En casos extremos se pueden producir fugas en bridas, conexiones y accesorios y el disparo de las válvulas de seguridad, produciendo la liberación accidental del gas natural. Aunque no se han presentado este tipo de eventos, no se descarta la posibilidad de que se pudiera presentar.

- **Eventos naturales**. De acuerdo con la información presentada en la Descripción del Entorno, desarrollada en el capítulo 3 del presente ARSH, la zona donde se ubica el proyecto es susceptible a sismos, así mismo, presenta zonas donde se tienen registros de fallas, fracturas y cavidades, así como la presencia de puntos de riesgo por corrimiento de tierras. Estos eventos pueden causar la fractura de tuberías de red y producir fugas de gas natural. estos eventos es difícil preverlos y controlarlos, sin embargo, es posible evitar sus efectos en las redes de distribución de gas natural.

- **Corrosión**. Es un fenómeno electroquímico que se presenta en diferentes metales y cuyo efecto es el adelgazamiento de las paredes de tuberías reduciendo la vida útil de las mismas. Este fenómeno, si bien, en el corto plazo no tiene un efecto visible en las tuberías, si es una causa importante de fallos en tuberías que tienen cerca de 50 años en operación, haciendo importante su inspección previa mediante radiografiado, antes de instalar un disparo o válvula de seccionamiento.

- **Cargas estáticas y descargas eléctricas atmosféricas**. Estos fenómenos por si solos no son una causa de una fuga de gas natural, sin embargo, si pueden generar daños en los instrumentos telemedidos, así como representar una fuente de ignición importante en caso de una fuga de gas natural.

- **Interacciones de riesgo**. Se pudo constatar que, para que se presente una concatenación de eventos entre una fuga de gas natural y las instalaciones evaluadas (gasolineras, gaseras y Terminales de almacenamiento de PEMEX), se identificó que la principal causa de este tipo de interacciones es que, ocurran de manera simultánea, tanto la fuga de gas natural, como la fuga de gasolinas o gas L.P., lo cual, de conformidad con los datos presentados en el análisis histórico de accidentes, no se tiene registro de que haya ocurrido alguna vez, en alguna zona de distribución donde la empresa es permisionaria. Ante la falta de registros de accidentes con interacción de riesgo, que hayan ocurrido en las instalaciones de la empresa, o en las instalaciones donde la empresa es permisionaria, incluso en instalaciones pertenecientes a otras empresas distribuidoras, se pudo constatar que la probabilidad de ocurrencia de estos eventos es extremadamente baja, sin embargo, de llegarse a presentar, sus efectos serían catastróficos, motivo por el cual se recomienda llevar a cabo un análisis de las consecuencias potenciales de estos eventos concatenados, y así determinar sus verdaderas consecuencias.

Por otra parte, se identificó que, independientemente de la causa, el efecto de riesgo que se puede presentar es el mismo: la **liberación accidental del gas natural**, produciendo la fuga, y con ello, se puede derivar un **posible incendio por ignición inmediata** de la fuga de gas natural, o una **explosión de nube de vapor no confinada, por ignición tardía** de la fuga.

Ahora bien, es de vital importancia señalar los sistemas de seguridad y salvaguardas que la empresa ya tiene consideradas dentro de sus proyectos y que fueron consideradas dentro de la aplicación de las metodologías de identificación de peligros:

- **Existen eventos que pueden ocurrir en la red de distribución pero que no necesariamente representan un escenario de riesgo.** Tal es el caso de eventos de baja presión o bajo flujo en el ducto de transporte. Este evento tiene consecuencias graves desde el punto de vista de las operaciones de la red de distribución puesto que la principal consecuencia es el fallo en el suministro de gas natural, considerando que existen instalaciones vitales que requieren un suministro continuo, las 24 horas al día los 365 días del año , para poder continuar operando, como hornos industriales, equipos de incineración o calentamiento industrial u hospitales, donde el suministro continuo de gas natural es parte esencial en sus operaciones. Sin embargo, se observó a través de la aplicación de las metodologías de Identificación de Peligros, que la empresa, para el caso de este tipo de contingencias relacionadas con las operaciones e suministro de gas natural a sus usuarios finales, y que se relacionan con eventos de baja presión y flujo en el ducto de transporte, la empresa cuenta con sistemas activos y sistemas de relevo que, en caso de falla de los primeros, entran en funcionamiento inmediato estos segundos, lo cual asegura una supervisión y vigilancia continua de las operaciones, asegurando el suministro continuo del gas natural. Se cuenta con sistemas de pre-alertamiento y alertamiento que, en caso de detectar disminución en la presión y flujo en el ducto de transporte, se reporta de inmediato al Centro de Control de Distribución de la empresa, con el fin de establecer contacto con el transportista y verificar lo que sucede. Los sistemas de pre-alertamiento están instalados, tanto de manera local, como conectados al Sistema SCADA, de esta manera se asegura su comunicación inmediata al Centro de Control de Distribución de la empresa.

- **Procedimientos constructivos documentados y ampliamente utilizados por su seguridad y eficacia.** La instalación de una ampliación de red de distribución se lleva a cabo en vivo, es decir, con el ducto donde se instalará la interconexión, presurizado. Para tal efecto se emplea la técnica de instalación denominada Hot tapping, que consiste en la instalación del accesorio denominado 3-way tee (te de tres vías) que tendrá previamente instalada la tubería de disparo de la interconexión, la instalación de un bay-pass temporal para no afectar el suministro continuo de gas natural y la perforación del ducto. Para efectos de evitar fugas de gas ocasionadas por la perforación del ducto, se emplean válvulas tipo sándwich que sellan herméticamente el ducto una vez que se retira la herramienta de barrenado. Para evitar fallos de la soldadura, tanto del accesorio 3-way tee como del bay-pass temporal, se aplica radiografiado a las soldaduras, verificando su integridad mecánica. Este proceso es internacionalmente aplicado y reconocido por su seguridad y por el grado de conservación de la integridad mecánica de los ductos donde se instalará la interconexión para ampliaciones o nuevas redes de distribución. Al respecto la empresa tiene también documentados los procedimientos constructivos y de seguridad y protección de sus activos durante las obras de construcción y aplicación.

- **Los aspectos de mantenimiento e integridad mecánica resultan esenciales para el control de riesgos en la red de distribución de la empresa**. La aplicación de los elementos de vigilancia, supervisión y mantenimiento de la red de distribución contribuyen de manera importante a la prevención de fugas en la red. La empresa cuenta con procedimientos y programas estrictos de vigilancia, supervisión y mantenimiento que cumplen con las más estrictas exigencias establecidas en normas y especificaciones de integridad mecánica, tanto nacionales como internacionales.

- **Sistemas de seguridad en City Gates y ERM's**. La empresa ha implementado una serie de sistemas de seguridad y prevención en estas instalaciones superficiales, destacando el acceso controlado a través de una señal que se activa y recibe dicha señal el Centro de Atención a Urgencia de la empresa, cada vez que se abre la puerta de Acceso a las City Gate y ERM's. es por ello que el personal de la propia empresa debe dar aviso por escrito al CAU sobre alguna maniobra que requiera el acceso de dicho personal a estas instalaciones, describiendo, fecha, hora de acceso, número de personas que acceden, actividades a realizar y duración de dichas actividades. Además, tanto las City Gate's, como ERM's, cuentan con barda perimetral, con malla ciclón y alambre de púas en la parte superior, electrificadas. Cuentan con una red de circuito cerrado de televisión vigilada las 24 horas del día los 365 días del año, candados de seguridad en los accesos, tanto de la malla perimetral como en la caseta de la Estación, las válvulas de seccionamiento se encuentran dentro de registros con tapa y candado de seguridad, cuentan con sellos de seguridad y dentro de registros cuya activación solamente se puede llevar a cabo mediante herramienta especializada.

- **Sistema de supervisión y control mediante sistema SCADA**. Este sistema tiene diferentes potencialidades que permiten al Centro de Control de Distribución, verificar en tiempo real los parámetros de proceso y detectar, en el momento, alguna anomalía como incremento o disminución de presión, o algún parámetro físico o de composición del gas natural, fuera de especificación. Este sistema se encuentra instalado en las City Gate's, ERM's distritales y estaciones de regulación de presión estratégicas, lo que permite una supervisión estrecha de las operaciones del a red de distribución.

- **Señalamiento de obras mediante hitos**. Una de las más importantes causas de ruptura de tubería en redes de distribución de la empresa, ha sido la operación de trascabos en las zonas donde se encuentran instaladas las tuberías de gas natural. Para efectos de advertir a las diferentes compañías que tengan a su cargo alguna obra en la cercanía de la red de distribución, se instalan hitos de señalización, de un color amarillo y con los avisos e información restrictiva y de actuación básica en caso de emergencia.

- **Se resalta la importancia de los acuerdos con las empresas proveedoras de otros servicios enterrados tales como agua potable, drenaje, energía eléctrica o telefonía**, de tal manera que se

generen acuerdos de cooperación y de protección de cada uno de estos servicios, de tal manera que dichos servicios cumplan con los distanciamientos establecidos en las normas tanto nacionales como internacionales.

- En caso de presentarse alguna fuga, la empresa cuenta con todo un sistema instrumentado de atención a emergencias coordinado de manera sectorial y ejecutado por personal altamente calificado. La integridad estructural de los ductos que conforman la red de distribución es vigilada las 24 horas del día y en caso de algún reporte de fuga, la empresa implementa las acciones correspondientes de acuerdo a la gravedad de la emergencia, llegando a ser inmediata en casos de fugas importantes. Además, el sistema de distribución de la empresa cuenta con elementos operativos que pueden ayudar a controlar de manera efectiva una emergencia. La red de distribución considera una seria de válvulas de paso a lo largo de sus ductos pudiendo ser activadas de manera manual o automática, dependiendo de la zona donde se ubiquen. Así mismo, las tuberías de polietileno que preferentemente se ubican en las zonas residenciales, pueden ser pinzadas y sellada para controlar una fuga.

- **Control de la corrosión**. La empresa implementa, en apego a estrictos estándares, tanto nacionales como internacionales, sistemas de prevención y de control de la corrosión de las tuberías metálicas, tanto enterradas como superficiales, a través de un sistema de protección catódica con electrodo de Cu/CuSO4. Adicionalmente, para evitar fugas o corrientes parásitas, se instalan juntas monoblock delimitando la corriente impresa de la protección catódica. En el caso de instalaciones superficiales, se aplican recubrimientos anticorrosivos en tubería y válvulas. El recubrimiento es inspeccionado mensualmente con el fin de asegurar que se mantiene en perfectas condiciones. Estos sistemas de protección contra la corrosión ayudan a evitar fugas y a incrementar la vida útil de las instalaciones.

- **Protección contra cargas estáticas y descargas eléctricas atmosféricas**. Las instalaciones superficiales cuentan con todo un sistema de tierras físicas cuyos niveles de continuidad son revisados cada dos años de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable, adicionalmente, estas instalaciones cuentan con sistemas de apartarrayos, también conectados a un sistema que es supervisado y vigilado de manera continua.

- **Interacciones potenciales de riesgo**. Se pudo constatar que la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos concatenados es muy baja, toda vez que, dadas las características, tanto de la red de distribución de gas natural, como de las gasolineras y gaseras, se requiere que ocurran, de manera simultánea, una fuga de gas natural y una fuga o derrame de gasolina o una fuga de gas L.P. en una gasera. Sin embargo, es recomendable llevar a cabo un análisis de las consecuencias potenciales asociadas a una interacción de riesgo de esta naturaleza, con el fin de determinar con mayor precisión sus consecuencias potenciales, a pesar de que su probabilidad de ocurrencia es extremadamente baja.

Con base a lo anterior, los escenarios de riesgo que deben ser analizados y jerarquizados son escenarios de fuga parcial y ruptura total de los diferentes diámetros que conformarán la red de distribución de la empresa, puesto que independientemente de sus causas potenciales cuya probabilidad de ocurrencia es considerablemente baja debido a los elementos de prevención, seguridad operativa, integridad mecánica y atención de emergencias, en caso de ocurrir una fuga, un incendio o una explosión, pueden generar consecuencias a la población, los bienes y el ambiente.

Por tal motivo se recomienda hacer un análisis detallado de consecuencias con el fin de evaluar los puntos donde la ocurrencia de una emergencia en la red de distribución, representan alguna interacción con centros de concentración masiva o elementos ambientales que pudieran representar alguna concatenación de eventos.

IV.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo

Con el fin de establecer los eventos de atención prioritaria en el PROYECTO que se presenta, se realizó la evaluación cuantitativa por medio de la aplicación de una matriz de Jerarquización de Riesgos, de los escenarios identificados mediante la aplicación del análisis ¿Qué pasa si …?, y el análisis HazOp, de los cuales resulta el Índice de Riesgo (también conocido como grado de Riesgo), basándonos en un Índice de Gravedad, en el que se define la magnitud o severidad de las consecuencias resultantes y en un Índice de Frecuencia, donde se establece la frecuencia de ocurrencia del riesgo identificado.

Para la definición de los criterios de **frecuencia**, se consideraron frecuencias basadas en las opiniones calificadas del Centro de Control de Distribución y del Centro de Atención a Urgencias de Naturgy, quienes reciben las diferentes notificaciones de fugas de gas natural y fallas en los diferentes componentes de las redes de distribución de las cuales la EMPRESA es permisionaria.

A continuación, se presenta la escala de frecuencias considerada para la jerarquización de riesgos:

Tabla IV.8.- Criterios para la calificación del índice de frecuencias.

Índice de Frecuencia		
Rango	**Frecuencia**	**Descripción**
4	Frecuente.	Ocurre más de una vez al año.
3	Poco Frecuente.	Ocurre una vez entre 1 y 10 años.
2	Raro.	Ocurre una vez entre 10 y 100 años.
1	Extremadamente Raro.	Ocurre una vez entre 100 y 10 000 años o más.

Para la definición de los criterios de consecuencias, se tomaron en cuenta cuatro grandes receptores del impacto potencial de una fuga de gas natural, el incendio y la explosión consecuentes:

1. La **operación**, asociadas a las afectaciones al suministro de gas a usuarios finales, debido a las maniobras de contención llevadas a cabo.
2. El **ser humano**, incluidas las afectaciones a personal interno como a terceros
3. Los **bienes**, asociadas a daños a daños a propiedades y pérdidas económicas
4. El **ambiente**, asociados a los impactos ambientales más significativos que representa una red de distribución de gas natural en sus diferentes etapas del proyecto: la afectación al suelo por derrame de sustancias peligrosas o la emisión de gases de efecto invernadero.

El criterio de consecuencias a la **operación**, está basado fundamentalmente en la afectación que el evento de fuga podría tener en el suministro de gas natural a los usuarios finales.

Para la delimitación de las escalas de consecuencias a la operación, se consideraron los siguientes criterios límite de consecuencias:

- El nivel más bajo de afectación al suministro de gas natural, que se puede esperar en una red de distribución es que no haya afectación al suministro.
- El nivel más alto de afectación al suministro de gas natural, que se puede esperar en una red de distribución es que se vean afectadas zonas habitacionales dentro de toda una región, por ejemplo, que se encuentre delimitada por una ERM Distrital, o la afectación de industrias con aprovechamientos de gas natural de tipo industrial o sistemas de calentamiento directo.

El criterio de afectación al **ser humano** se basa en considerar la vulnerabilidad de una persona, de manera independiente a que sea parte del personal de Naturgy o sea un tercero, ya que la naturaleza de las afectaciones a la salud y la integridad humana, causadas una fuga de gas natural en la vía pública, en principio, no dependen de si la persona expuesta pertenece o no a la empresa.

Para la determinación de los criterios límite de consecuencias al ser humano, se consideraron los siguientes criterios:

- El nivel más bajo de afectación al ser humano, es solo la molestia o alarma que pudiera causar la presencia del olor a gas y el correspondiente sonido de fuga.
- El nivel más alto de afectación al ser humano, es que, como consecuencia de una fuga, por si misma, o con el consecuente incendio y/o explosión, pudiera causar fatalidades o lesiones o intoxicaciones que requieran atención médica.

La afectación a los bienes está basada en criterios definidos por el personal de las áreas administrativas y contables de Naturgy, quienes están vinculados de manera directa con las actividades de valoración de los costos, directos e indirectos, asociados a eventos de fuga de gas.

Para la determinación de los criterios límite de consecuencias a los bienes, se consideraron los siguientes criterios:

- El nivel más bajo de afectación a los bienes son daños definidos como mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a USD $ 10,000.00.
- El nivel más alto de afectación a los bienes son daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD $ 1'000, 000.00.

Los daños al ambiente, se valoraron en función de los dos principales impactos potenciales al ambiente que los proyectos de redes de distribución de gas natural, representan en sus diferentes etapas de proyecto, desde su construcción, hasta su eventual cierre, desmantelamiento y abandono: la contaminación al suelo por sustancias o residuos peligrosos y la emisión de gases de efecto invernadero.

Para la determinación de los criterios límite de consecuencias al ambiente, se consideraron los siguientes criterios:

- El nivel más bajo de afectación al ambiente es aquel generado por salpicaduras con afectación meramente superficial y goteos dentro de una superficie menor a 1 m^2 de suelo y emisiones de gases de efecto invernadero sólo detectables por medio de dispositivos de muestreo y detección en el punto de fuga.
- El nivel más alto de afectación al ambiente es aquel generado por derrames de sustancias o residuos peligrosos con afectación de profundidad al suelo, en un volumen mayor a 1 m^3 y emisiones de gases de efecto invernadero masivas, evidentes de manera audible, visible y olfativa, incluso por personas ubicadas a distancia.

A continuación, se muestran las escalas de calificación de las consecuencias.

Tabla IV.9.- Criterios para la calificación del índice de consecuencias.

Índice de consecuencias					
Escala	Consecuencia	Descripción por receptor del impacto			
		Operación	Ser humano	Bienes	Ambiente
1	Ligera	No hay afectación al suministro de gas natural.	Sin lesiones ni intoxicaciones.	Daños mínimos a propiedades y	Salpicadura de algún material o residuo peligroso

Índice de consecuencias					
Escala	Consecuencia	Descripción por receptor del impacto			
		Operación	Ser humano	Bienes	Ambiente
			Alerta en la población por presencia de olores y ruidos de fuga de gas natural.	pérdidas de producción menores a USD $ 10,000.00	con formación de goteos aislados y superficiales dentro de una superficie de suelo de 1 m^2. Emisiones de gases de efecto invernadero solo detectables mediante equipo de muestreo y detección en el punto de emisión.
2	Moderada	El suministro de gas natural se ve afectado en una casa habitación o industria con aprovechamiento en servicios (calentamiento de agua o comedores)	Heridas o intoxicaciones que no requieren vigilancia médica.	Daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre a USD $ 10,000.00 y USD $ 100, 000.00	Escurrimiento de material o residuo peligroso con formación de una mancha continua y superficial, dentro de una superficie de suelo de 1 m^2. Emisiones de gases de efecto invernadero que comienzan a ser perceptibles de manera audible, visible u olfativa, solo por personas ubicadas en el punto de emisión.
3	Severa	Se afecta el suministro a casas habitación en las inmediaciones del punto de fuga o dos o más industrias con aprovechamiento en servicios (calentamiento de agua o comedores).	Heridas o intoxicaciones que requieren vigilancia médica sin hospitalización.	Daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD $ 100,000.00 y USD $ 1'000, 000.00	Derrame de material o residuo peligroso con afectación de profundidad, en un volumen menor a 1 m^3 de suelo. Emisiones de gases de efecto invernadero evidentes de manera audible, visible y olfativa, solo por personas

Índice de consecuencias					
Escala	Consecuencia	Descripción por receptor del impacto			
		Operación	Ser humano	Bienes	Ambiente
					ubicadas en el punto de emisión.
4	Catastrófica	Se afecta el suministro en toda una zona habitacional delimitada por una ERM Distrital o una o más industrias con aprovechamiento industrial y sistemas de calentamiento continuo.	Una o más fatalidades, Lesiones o intoxicaciones que requieran hospitalización.	Daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD $ 1'000, 000.00	Derrame de material o residuo peligroso con afectación de profundidad, en un volumen mayor a 1 m^3 de suelo. Emisiones de gases de efecto invernadero masivas, evidentes de manera audible, visible y olfativa, incluso por personas ubicadas a distancia.

Para la calificación del riesgo, y de manera coincidente con las escalas de frecuencia y de consecuencias definidos, se emplea la matriz simétrica 4 x 4 siguiente:

Tabla IV.10.- Matriz de jerarquización de riesgos.

Índice de Riesgo			Consecuencia			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
Frecuencia	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco Frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente Raro	1	1	2	3	4

Para la definición de los niveles de riesgo y, por tanto, la definición de su tolerabilidad, se consideraron tres criterios diferentes:

- Controles operacionales y de ingeniería
- Más medidas preventivas y correctivas

- El nivel de entendimiento del riesgo

En relación a los **controles operacionales o de ingeniería**, se pueden considerar como adecuados, hasta requerir reformular dichos controles, debido a que se consideran como no adecuados para el sistema.

En relación a las **medidas preventivas y correctivas**, estas pueden estar ya consideradas dentro de las actividades rutinarias e incluidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, hasta requerir reformular las acciones preventivas y correctivas incluidas en dichos programas.

Los niveles de **entendimiento del riesgo**, pueden considerar un plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias, hasta tener un nivel de entendimiento mínimo, donde se requiere un análisis más detallado del mismo y revalorar su nivel de entendimiento.

En la siguiente tabla se muestran los criterios definidos para la calificación del riesgo asociado a cada uno de los escenarios identificados:

Tabla IV.11.- Interpretación de los niveles de riesgo.

Índice de Riesgo			
Categoría	**Rango**	**Riesgo**	**Descripción**
IV	1,2,3	Aceptable.	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
III	**4 a 6**	Aceptable con controles.	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
II	**8 a 9**	Indeseable.	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Índice de Riesgo			
Categoría	**Rango**	**Riesgo**	**Descripción**
I	**12 a 16**	Inaceptable.	Los controles operacionales o de ingeniería requieren ser reformulados. Se requiere reformular todas las acciones preventivas o correctivas consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es mínimo. Se requiere implementar un análisis más detallado del riesgo y, al finalizar, revalorar su nivel de entendimiento.

A continuación, se presentan los escenarios de riesgo detectados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y HAZOP, y su respetiva jerarquización:

Tabla IV.12.- Jerarquización de escenarios de riesgo identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
01 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (**RDGN APA AC 24in**)					
RDGN APA AC 24in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 24in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 24in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 24in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 24in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 24in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
02 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (**RDGN APA AC 16in**)					
RDGN APA AC 16in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 16in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 16in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 16in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 16in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 16in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
03 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (**RDGN APA AC 12in**)					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 12in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 12in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 12in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 12in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
04 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (**RDGN APA AC 10in**)					
RDGN APA AC 10in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 10in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 10in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 10in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (**RDGN APA AC 8in**)					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 8in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 8in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 8in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 8in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (**RDGN APA AC 6in**)					
RDGN APA AC 6in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 6in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 6in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 6in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (**RDGN APA AC 4in**)					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 4in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 4in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 4in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 4in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
08 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (**RDGN APA AC 3in**)					
RDGN APA AC 3in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 3in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 3in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 3in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 3in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 3in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
09 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (**RDGN APA AC 2in**)					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
10 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (**RDGN APA AC 1in**)					
RDGN APA AC 1in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 1in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 1in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 1in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 1in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA AC 1in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
11	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (**RDGN MPB AC 12in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 12in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 12in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 12in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 12in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
12	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (**RDGN MPB AC 10in**)				
RDGN MPB AC 10in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 10in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 10in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 10in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
13	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (**RDGN MPB AC 8in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 8in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 8in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 8in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 8in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
14	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (**RDGN MPB AC 2in**)				
RDGN MPB AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
15	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (**RDGN MPB PE 200mm**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 200mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 200mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 200mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 200mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
16 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (**RDGN MPB PE 160mm**)					
RDGN MPB PE 160mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 160mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 160mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 160mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 160mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 160mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
17 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (**RDGN MPB PE 110mm**)					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 110mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 110mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 110mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 110mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 110mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN APA PE 110mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
18 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (**RDGN MPB PE 90mm**)					
RDGN MPB PE 90mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 90mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 90mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 90mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 90mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 90mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
19	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (**RDGN MPB PE 63mm**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 63mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 63mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 63mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 63mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 63mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 63mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
20 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (**RDGN MPB PE 40mm**)					
RDGN MPB PE 40mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 40mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 40mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 40mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 40mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPB PE 40mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
21	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (**RDGN MPC AC 6in)**				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 6in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 6in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 6in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC AC 6in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
22 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (**RDGN MPC AC 4in)**					
RDGN MPC AC 4in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 4in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 4in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC AC 4in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
23	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (**RDGN MPC AC 2in)**				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
24 Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (**RDGN MPC PE 200mm**)					
RDGN MPC PE 200mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC PE 200mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	2	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA PE 200mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	1	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
RDGN MPC PE 200mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
Interacciones potenciales de riesgo con gasolineras					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN-INTER-Gasolina-01	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN-INTER-Gasolina-02	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
Interacciones potenciales de riesgo con gaseras					
RDGN-INTER-GasLP-01	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN-INTER-GasLP-02	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Como resultado de la jerarquización de los escenarios de riesgo, a continuación, se enlistan los escenarios máximos probables, identificados como tales debido a la calificación de probabilidad obtenida dentro de cada nodo de evaluación:

Tabla IV.13.- Escenarios máximos probables identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
01	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (**RDGN APA AC 24in**)				
RDGN APA AC 24in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
02	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (**RDGN APA AC 16in**)				
RDGN APA AC 16in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
03	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (**RDGN APA AC 12in**)				
RDGN APA AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
04	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (**RDGN APA AC 10in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (**RDGN APA AC 8in**)					
RDGN APA AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (**RDGN APA AC 6in**)					
RDGN APA AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (**RDGN APA AC 4in**)					
RDGN APA AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
08	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (**RDGN APA AC 3in**)				
RDGN APA AC 3in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
09	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (**RDGN APA AC 2in**)				
RDGN APA AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
10	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (**RDGN APA AC 1in**)				
RDGN APA AC 1in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
11	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (**RDGN MPB AC 12in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
12	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (**RDGN MPB AC 10in**)				
RDGN MPB AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
13	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (**RDGN MPB AC 8in**)				
RDGN MPB AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
14	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (**RDGN MPB AC 2in**)				
RDGN MPB AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
15	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (**RDGN MPB PE 200mm**)				
RDGN MPB PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
16	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (**RDGN MPB PE 160mm**)				
RDGN MPB PE 160mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
17	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (**RDGN MPB PE 110mm**)				
RDGN MPB PE 110mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
18	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (**RDGN MPB PE 90mm**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 90mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
19 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (**RDGN MPB PE 63mm**)					
RDGN MPB PE 63mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
20 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (**RDGN MPB PE 40mm**)					
RDGN MPB PE 40mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
21 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (**RDGN MPC AC 6in)**					
RDGN MPC AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
22	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (**RDGN MPC AC 4in)**				
RDGN MPC AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
23	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (**RDGN MPC AC 2in)**				
RDGN MPC AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
24	Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (**RDGN MPC PE 200mm**)				
RDGN MPC PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	3	3	9 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Del mismo modo, se presentan los escenarios máximos catastróficos, definidos como tales por la calificación de severidad de sus consecuencias que obtuvieron para cada nodo de evaluación:

Tabla IV.14.- Escenarios máximos catastróficos identificados mediante las metodologías ¿Qué pasa si …? Y Análisis de Peligros y Operatividad.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
01	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (**RDGN APA AC 24in**)				
RDGN APA AC 24in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
02	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (**RDGN APA AC 16in**)				
RDGN APA AC 16in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
03	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (**RDGN APA AC 12in**)				
RDGN APA AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
04	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (**RDGN APA AC 10in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (**RDGN APA AC 8in**)					
RDGN APA AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (**RDGN APA AC 6in**)					
RDGN APA AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (**RDGN APA AC 4in**)					
RDGN APA AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
08	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (**RDGN APA AC 3in**)				
RDGN APA AC 3in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
09	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (**RDGN APA AC 2in**)				
RDGN APA AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
10	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (**RDGN APA AC 1in**)				
RDGN APA AC 1in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
11	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (**RDGN MPB AC 12in**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
12 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (**RDGN MPB AC 10in**)					
RDGN MPB AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
13 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (**RDGN MPB AC 8in**)					
RDGN MPB AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
14 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (**RDGN MPB AC 2in**)					
RDGN MPB AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
15	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (**RDGN MPB PE 200mm**)				
RDGN MPB PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
16	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (**RDGN MPB PE 160mm**)				
RDGN MPB PE 160mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
17	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (**RDGN MPB PE 110mm**)				
RDGN MPB PE 110mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
18	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (**RDGN MPB PE 90mm**)				

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 90mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
19 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (**RDGN MPB PE 63mm**)					
RDGN MPB PE 63mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
20 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (**RDGN MPB PE 40mm**)					
RDGN MPB PE 40mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
21 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (**RDGN MPC AC 6in)**					
RDGN MPC AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
22	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (**RDGN MPC AC 4in)**				
RDGN MPC AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
23	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (**RDGN MPC AC 2in)**				
RDGN MPC AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.
24	Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (**RDGN MPC PE 200mm**)				
RDGN MPC PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	2	4	8 Indeseable	Los controles operacionales o de ingeniería requieren una revisión o actualización, puesto que tienen deficiencias. Se requieren acciones preventivas o correctivas adicionales a las ya consideradas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El nivel de entendimiento del riesgo es insuficiente. Un análisis más detallado del riesgo permitirá obtener un nivel de entendimiento suficiente.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC PE 200mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	2	2	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados, pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
Interacciones potenciales de riesgo con gasolineras					
RDGN-INTER-Gasolina-01	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN-INTER-Gasolina-02	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
Interacciones potenciales de riesgo con gaseras					

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN-INTER-GasLP-01	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN-INTER-GasLP-02	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

CONCLUSIONES DE LA JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

De acuerdo con la tabla de jerarquización de riesgos se observa que los escenarios máximos probables son aquellos producidos por la ruptura total de la tubería a presión de operación, esto obedece a que es poco probable que ocurra, de manera simultánea, un evento de baja o ata presión durante una fuga de gas natural; así mismo, debido a que la tubería se encuentra por debajo de la carpeta asfáltica, la causa más probable, como se pudo corroborar del análisis histórico de accidentes, es la afectación total producida por un trascabo que realice excavaciones en el sitio donde se ubica el sistema de distribución y, dicha afectación ocurre en la totalidad del diámetro de tubería y no en un 20%.

Por otra parte, los escenarios máximos catastróficos por nodo, son aquellos correspondientes a la ruptura total de la tubería, ocurrida de manera simultánea a un evento de incremento de presión en el ducto. Aunque la ruptura y el evento de alta presión ocurran de manera simultánea es un escenario muy poco probable, sus consecuencias serían catastróficas, toda vez que un evento de alta presión y la fuga en la totalidad del diámetro de tubería, producirían los radios más grades de afectación esperados en el sistema.

Por último, los escenarios de interacciones de riesgo, también son muy poco probables de ocurrir, debido a que una fuga de gas LP en una gasera o el derrame accidental de gasolina Magna / Premium en una gasolinera o en una terminal de PEMEX, son eventos de los cuales no se tiene registro, sin embargo, dadas sus consecuencias catastróficas, podrían tener efectos muy graves a la salud e integridad humana, los bienes y en el ambiente.

IV.2. Análisis cuantitativo de riesgo

De conformidad con la norma mexicana NMX-SAST-31000-IMNC-2018, el análisis del riesgo es comprender la naturaleza del riesgo y sus características, incluyendo, cuando sea apropiado, el nivel de riesgo, el análisis de riesgo implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, consecuencias, probabilidades, eventos, escenarios, controles y su eficacia.

Un evento puede tener múltiples causas y consecuencias y puede afectar a varios objetivos.

El análisis del riesgo se puede realizar con diferentes grados de detalle y complejidad, dependiendo del propósito del análisis, la disponibilidad y la confiabilidad de la información y los recursos disponibles.

El análisis de riesgos debe considerar factores como:

- La probabilidad de los eventos y de las consecuencias
- La naturaleza y la magnitud de las consecuencias
- La complejidad y la interconexión (interacciones de riesgo)
- Los factores relacionados con el tiempo y la volatilidad
- La eficacia de los controles existentes
- Los niveles de sensibilidad y de confianza

Cuando se analizan eventos con consecuencias severas, es recomendable el uso de una combinación de técnicas para proporcionar una visión más amplia.

De conformidad con los resultados obtenidos de la jerarquización de los escenario de riesgo obtenidos en la etapa de identificación de peligros y evaluación de riesgos del PROYECTO que se presenta, y toda vez que se obtuvieron escenarios de riesgo de tipo Intolerable o "ALARP", se procedió a hacer un análisis cuantitativo de los riesgos asociados con el PROYECTO que se presenta, siguiendo los lineamientos de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos (versión julio 2020).

IV.2.1. Análisis de frecuencias

La técnica del **árbol de fallos** nació en 1962 con su primera aplicación a la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman. Posteriormente ha sido aplicada sobre todo inicialmente en el campo nuclear y posteriormente en el campo químico, en estudios como el de Rijmond. Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos debido a que proporcionan resultados tanto cualitativos como cuantitativos.

Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Algebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él. De esta manera, se puede apreciar de forma cualitativa, qué sucesos son menos probables porque requieren la ocurrencia simultánea de numerosas causas.

Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo denominado suceso TOP en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos.

Suceso TOP: Ocupa la parte superior de la estructura lógica que representa el árbol de fallos. Es el suceso complejo que se representa mediante un rectángulo. Tiene que estar claramente definido (condiciones, ...

Figura IV.4.- Esquema de un suceso top en un árbol de fallos.

Sucesos intermedios: Son los sucesos intermedios que son encontrados en el proceso de descomposición y que a su vez pueden ser de nuevo descompuestos. Se representan en el árbol de fallos en rectángulos.

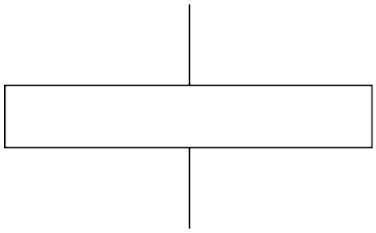


Figura IV.5.- Esquema de un suceso intermedio en un árbol de fallos.

Sucesos básicos: Son los sucesos terminales de la descomposición. Pueden representar cualquier tipo de suceso: sucesos de «fallos», error humano.... o sucesos de «éxito»: ocurrencia de un evento determinado. Se representan en círculos en la estructura del árbol.

En el proceso de descomposición del árbol se recurre a una serie de puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos. Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR cuyos símbolos se indican a continuación.

La puerta OR se utiliza para indicar un «0» lógico: significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurran por lo menos una de las dos entradas lógicas e1 o e2.

Por ejemplo:

En el diagrama de flujo, el producto pasará del punto 1 al punto 2 si está abierta la válvula manual A o si está abierta la válvula neumática B, y su representación lógica es la especificada en la figura siguiente:

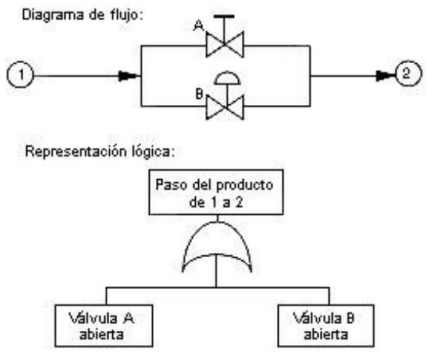


Figura IV.6.- Ejemplo de uso de la puerta lógica "O" y su árbol de fallos.

La puerta AND se utiliza para indicar un «Y» lógico. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e1 y e2.

Por ejemplo:

En el diagrama de flujo representado, tienen que estar abiertas simultáneamente las válvulas A y B para que pase el producto del punto 1 al 2, y su representación lógica es la especificada en la figura.

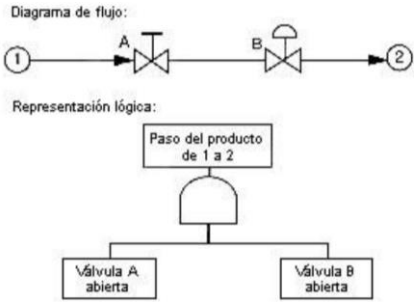


Figura IV.7.- Ejemplo de uso de la puerta lógica "Y" y su árbol de fallos.

Se suelen numerar las puertas del árbol para facilitar su identificación. En la tabla 3.3 extracto del Fault Tree Handbook, 1987 se indican otros tipos de puertas lógicas (menos utilizados) y su simbología.

Sucesos no desarrollados. Existen sucesos en el proceso de descomposición del árbol de fallos cuyo proceso de descomposición no se prosigue, bien por falta de información, bien porque no se considera necesario. Se representan mediante un rombo y se tratan como sucesos básicos.

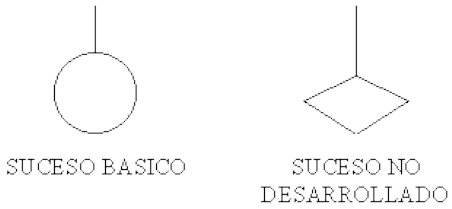


Figura IV.8.- Representación de los sucesos no desarrollados o básicos en el árbol de fallos.

En la técnica del árbol de fallos cabe destacar dos fases bien diferenciadas: la primera consiste en la elaboración del árbol y la segunda en el análisis de los resultados y en su tratamiento.

Figura IV.9.- Simbología del árbol de fallos.

Elaboración del árbol de fallos

En esta fase se integran todos los conocimientos sobre el funcionamiento y operación de la instalación con respecto del suceso estudiado.

El primer paso consiste en identificar el suceso «no deseado» o suceso TOP que ocupará la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. De la definición clara y precisa del TOP depende todo el desarrollo del árbol.

Con este TOP se establecen de forma sistemática todas las causas inmediatas que contribuyen a su ocurrencia definiendo así los sucesos intermedios unidos a través de las puertas lógicas. El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivas veces hasta llegar a los sucesos básicos o componentes del árbol.

Tratamiento cualitativo del árbol de fallos

Para ello se reduce la lógica del árbol hasta obtener las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio TOP. Cada una de estas combinaciones, también llamadas conjunto mínimo de fallo (minimal cut-set en la nomenclatura anglosajona), corresponde a la intersección lógica (en Algebra de Boole) de varios sucesos elementales.

Tratamiento cuantitativo del árbol de fallos

Además, la estructura lógica de un árbol de fallos permite utilizar el álgebra de Boole, traduciendo esta estructura a ecuaciones lógicas.

Para ello se expone muy brevemente tal sistema de equivalencia lógica:

Una puerta "0" equivale a un signo "+", no de adición sino de unión en teoría de conjuntos.

Una puerta "Y" equivale a un signo "·" equivalente a la intersección.

Algunas de las leyes y propiedades básicas del álgebra de Boole más importantes son:

Propiedad conmutativa:

$x + y = y + x$

$x \cdot y = y \cdot x$

Propiedad asociativa:

$x + (y + z) = (x + y) + z$

$x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$

Propiedad distributiva:

$x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$

$(x + y) \cdot z = x \cdot y + x \cdot z$

Propiedad idempotente:

$x \cdot x = x$

$x + x = x$

Ley de absorción:

$x \cdot (x + y) = x$

$x + x \cdot y = x$

Para la valoración de las frecuencias de los eventos iniciadores, que son los datos de partida para el cálculo de probabilidades a través de la metodología del árbol de fallos, empleando el álgebra de Boole, se emplearon los criterios sugeridos por la Asociación Nacional de Ingeniería Química (ANIQ):

Tabla IV.15.- Criterios de asignación de frecuencias para los eventos base o no desarrollados en el árbol de fallos.

Frecuencia	Interpretación
10^{0}	Inminente
10^{-1}	Muy probable (más de una vez al año)
10^{-3}	Probable (1 vez al año)
10^{-5}	Poco probable (una vez cada 5 años)
10^{-7}	Muy poco probable (una vez cada 10 años)
10^{-9}	Improbable (no se ve posibilidad)

En el **ANEXO 6.1** se incluye el árbol de fallos realizado para el evento de fuga de gas natural.

CONCLUSIONES DEL ÁRBOL DE FALLOS

Como resultado del análisis de frecuencias que pueden dar origen a una fuga de gas natural en la red de distribución del PROYECTO que se presenta, se obtuvo que la probabilidad de ocurrencia es de 3.02×10^{-5}, lo cual implica que el escenario de fuga de gas natural es considerado **Poco Probable (1 vez cada 5 años)**. Esto reafirma la calificación de la probabilidad de ocurrencia de los eventos más probables identificados y jerarquizados con una categoría de frecuencia Poco Probable en la jerarquización de escenarios de riesgo.

IV.2.2. Análisis de consecuencias

Esta etapa del proceso de análisis se conoce como el análisis de consecuencias, a través del cual se estima la naturaleza y magnitud de los efectos que pueden producir los escenarios de riesgo identificados en el PROYECTO que se presenta, a través de modelos matemáticos y software de simulación.

Los escenarios de riesgo suceden a partir de un incidente el cual se manifiesta la pérdida de contención de la sustancia química peligrosa del proceso o almacenamiento. Estos incidentes incluyen la ruptura o fractura de una línea de tubería, una perforación en un tanque de almacenamiento o tubería, una reacción descontrolada, un incendio externo al recipiente de almacenamiento, etc. Una vez que se ha definido el evento iniciador, se selecciona un modelo de descarga para estimar la tasa o velocidad con la que el material se fuga o derrama. Posteriormente se determina la manera y velocidad de dispersión, ya sea como una nube de gas o como un charco de líquido. Dependiendo de las propiedades de peligrosidad de la sustancia involucrada, se selecciona un modelo de incendio para descargas de sustancias inflamables o un modelo de dispersión tóxica para sustancias con este tipo de propiedad.

Dentro de todo el universo infinito de escenarios de accidentes químicos, es importante definir cuáles van a ser las características de los escenarios a analizar. Por ejemplo, en el caso del venteo de ácido cianhídrico a través de la válvula de seguridad en el tanque de almacenamiento de esta sustancia, se pueden definir múltiples escenarios:

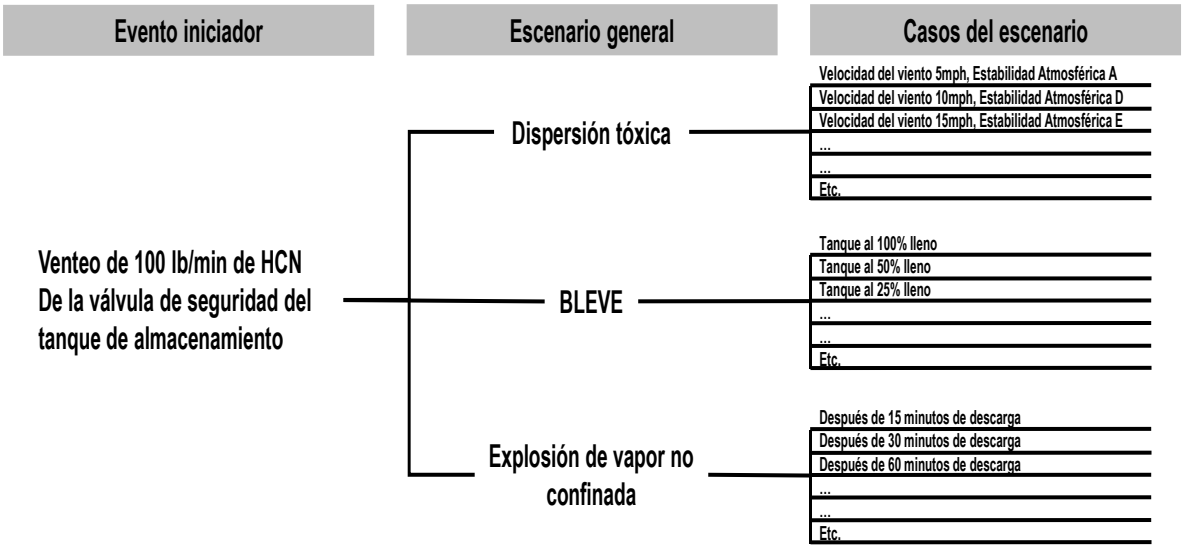


Figura IV.10.- Árbol de eventos para la fuga de ácido cianhídrico.

IV.2.2.1. Tipología de los escenarios de riesgo

De acuerdo a la naturaleza tóxica, inflamable, explosiva o reactiva de una sustancia química, es posible que esta genere un tipo de evento específico o una cadena de eventos relacionados entre sí o asociados con otras instalaciones mediante un efecto dominó, agravando las consecuencias del evento iniciador.

En términos generales, se pueden establecer los siguientes tipos de escenarios de riesgo:

Tabla IV.16.- Tipos de escenarios de riesgo en función de la peligrosidad de la sustancia.

Tipo de sustancia	Escenario que puede generar	Tipos de escenarios
Inflamable	Incendio	Incendio de charco Incendio de depósito Bola de fuego Dardo de fuego Incendio flash
Explosiva	Explosión	Detonación Deflagración
Tóxica	Fuga	Emisión instantánea Emisión continua
	Derrame	Derrame instantáneo Derrame continuo

Incendios

Dardo de fuego

Un dardo de fuego se puede definir como: "La ignición de una fuga continua de gases o vapores inflamables contenido en tuberías o en recipientes sobrepresionados". Así pues, el escape no es debido a una rotura catastrófica del contenedor –que daría lugar en la mayoría de los casos a una bola de fuego–, sino que se produce a través de un orificio pequeño respecto al tamaño del contenedor, o por escape de una tubería, generándose una salida turbulenta del combustible en forma de chorro.

Se puede suponer las siguientes fases de desarrollo de un dardo de fuego:

1ª Etapa: Iniciación: Fisura o rotura pequeña de un contenedor o tubería de interconexión que almacena o transporta un combustible bajo presión. Las causas de dicha rotura pueden ser variadas –impacto exterior, fallos en soldaduras, bridas o válvulas, fatiga del material, etc.–.

2ª Etapa: Fuga: En general, al tratarse en la mayor parte de los casos de gases licuados, almacenados bajo presión, se supone que la fuga se produce inicialmente en fase líquida produciéndose un flash que depende de las condiciones termodinámicas del fluido. Más tarde, dependiendo de la posición del orificio y de las características del fluido, la fuga puede producirse en estado vapor. El régimen de la fuga suele ser muy turbulento, lo que facilita la incorporación de aire y el proceso de mezcla con éste.

3ª Etapa: Ignición: Según sea el escenario accidental, la evolución del proceso difiere: Si inmediatamente a la fuga se encuentra un punto de ignición se produce el dardo de fuego; por el contrario, si no hay un foco de ignición próximo, se origina una nube constituida por el flash inicial y, en su caso, por la evaporación desde el charco, que evoluciona en función de las características orográficas y meteorológicas. Si en su recorrido, la nube encuentra un foco de ignición y deflagra (incendio flash), el frente de llama retrocede hacia el origen del chorro y si éste persiste se genera el dardo de fuego.

La radiación térmica generada por un dardo de fuego depende de numerosos factores, relacionados fundamentalmente con las propiedades del combustible fugado –entalpía de combustión, temperatura de ebullición...–, las características de la llama –potencia emisiva y geometría–, los procesos químicos implicados en la combustión –formación de humos, entre otros–, así como las características de la fuga –velocidad de salida del gas- y las condiciones ambientales –presencia de viento–.

En el caso de incidencia directa del dardo sobre los elementos próximos, los efectos son considerablemente superiores a los debidos a la radiación.

En cuanto a la geometría de la llama, la figura siguiente representa esquemáticamente un dardo de fuego.

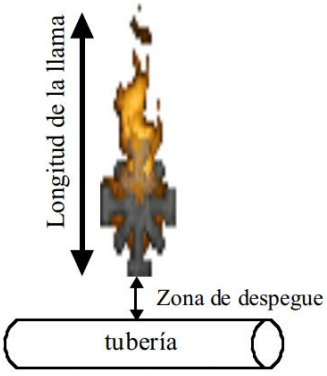


Figura IV.11.- Representación de un dardo de fuego.

Los dardos son simulados de diferentes formas según la metodología de cálculo para la estimación de la intensidad de radiación térmica. Así, para las más sencillas, se considera la llama concentrada en un punto, mientras que aquellas que requieren una descripción más ajustada a la realidad lo configuran como un tronco de cono o un cilindro. De éstas, la geometría cónica –truncada– es la más utilizada, siendo las magnitudes más importantes para establecer la radiación térmica, la longitud, las anchuras de las bases y el ángulo de orientación del dardo con respecto al suelo –o a la vertical–.

Con relación a las condiciones de la fuga, interesa tener en cuenta la distancia de despegue –lift off– y la velocidad de salida del chorro. La primera se define como la longitud medida desde el orificio de salida hasta donde se inicia la llama –figura 2.3–. Esta separación es debida a que la turbulencia de salida del gas impide la combustión estable.

Otro aspecto fundamental en la evaluación de la radiación térmica es la presencia de viento, ya que su influencia en la geometría del dardo es mucho mayor que en los incendios en charco y en las bolas de fuego.

Incendios Flash

Este accidente hace referencia a la combustión de nubes de vapor no confinadas que está caracterizada por la gran rapidez del frente de llama. La secuencia típica de este evento puede describirse de la forma siguiente:

1ª Etapa: Fuga: El producto fugado debe ser un gas combustible –licuado o no– que irrumpe como tal o se genera como consecuencia de la rápida vaporización desde un charco.

2ª Etapa: Dispersión: El gas es arrastrado y dispersado por el aire. Generalmente, el producto tiene una temperatura inicial inferior a la ambiental –como consecuencia de la expansión cuasi adiabática de la fuga– y en la mayoría de los casos su masa molecular es superior a la del aire. Ambas características originan una nube densa que avanza reptando por las zonas más bajas del terreno, condicionando la dispersión, que se produce de forma más lenta que la de los gases ligeros o neutros.

3ª Etapa: Ignición: Si la nube encuentra un punto de ignición se produce la combustión de la región de la nube donde la concentración está comprendida entre los límites de inflamabilidad. Si la ignición se produce cerca de la fuga y el volumen fugado es importante puede producirse una bola de fuego, en la que interviene toda la masa fugada que se halla por encima del límite inferior de inflamabilidad.

Debido a la elevada velocidad del frente de llama se originan ondas de presión cuyos efectos se hacen sentir a mayores distancias que la radiación térmica, denominándose como "explosión de nube de vapor no confinada" –EVNC–. La transición entre el incendio y la explosión –que depende en gran medida de la masa de vapor de la sustancia inflamable implicada– es difícil de precisar. En cualquier caso, sólo se suelen considerar los efectos de la radiación térmica dentro de la nube, ya que el tiempo de duración de la combustión es muy pequeño, aunque la intensidad es elevada.

Finalmente, cabe indicar que si el incendio flash tiene lugar en el interior de un depósito o recinto confinado se puede producir una explosión, que puede ser detonante, por lo que los fenómenos peligrosos de mayor significación son mecánicos –ondas de presión e impulso mecánico, así como la formación de proyectiles–, denominándose a este evento explosión confinada o, en su caso, de depósito o contenedor.

Explosiones

Las explosiones no confinadas ocurren al aire libre y generalmente son originadas por un escape rápido de un fluido inflamable junto a una dispersión moderada para formar una nube inflamable muy grande de aire e hidrocarburo.

Las explosiones confinadas son las que ocurren con alguna barrera de contención. Ejemplos de este tipo son las que suceden en recipientes o tuberías. También se incluyen las explosiones dentro de edificios. Las

explosiones al aire libre que encuentran diversos obstáculos como pueden ser equipos de proceso, paredes de edificios, etc., pueden alcanzar cierto grado de confinamiento y turbulencia originando sobrepresiones superiores a las de explosiones no confinadas.

En general las explosiones de nubes de vapor no confinadas son deflagraciones y en contadas ocasiones se han transformado en detonaciones. Esto ha sido ocasionado por las causas anteriores que provocan cierto confinamiento y a las que también se puede añadir las fuentes de ignición potentes. La diferencia entre deflagración y detonación está en que en la primera la velocidad de propagación del frente de llama es inferior a la del sonido y en la segunda es superior.

En el caso en el que no se alcanzase una deflagración, se tendría un incendio rápido en forma de llamarada que se podría definir como un incendio con llama progresiva de difusión o premezclada con baja velocidad de llama sin producir onda de presión. Su efecto más importante sería la radiación térmica. Este tipo de incendio se ve favorecido por un escape permanente de un fluido inflamable junto a una reducida dispersión del mismo.

La onda de choque que se propaga en el aire tiene una serie de características o parámetros que pueden ser medidos y otros que pueden correlacionarse según los daños provocados.

El parámetro generalmente más definido y medido es la sobrepresión generada por la onda de presión no perturbada conforme se propaga a través del aire. En la figura se muestra gráficamente el valor de la presión en función del tiempo.

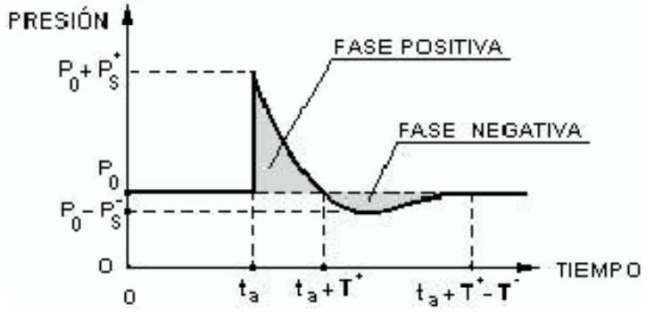


Figura IV.12.- Nivel de sobrepresión v.s. tiempo en una explosión.

IV.2.2.2. Radios potenciales de afectación

En este apartado del ARSH, se desarrolla el análisis de consecuencias generadas por los escenarios de riesgo identificados a través de la aplicación del análisis ¿Qué pasa si ..? y el análisis de Riesgo y Operabilidad HazOp del PROYECTO que se presenta. Para la realización de la cuantificación de eventos generados de las desviaciones identificadas en la red de distribución de gas natural, se considera la utilización de modelos matemáticos de simulación, la no existencia de medidas preventivas o de mitigación por parte de la Promovente para la operación y mantenimiento del mismo, así como las simulaciones de las desviaciones identificadas en condiciones ambientales que propicien la generación de eventos riesgosos en el Sistema.

Los resultados emitidos por la aplicación del análisis ¿Qué pasa si…? Y el análisis HazOp y por la Matriz de Jerarquización, indican claramente que las desviaciones principales a presentarse en los elementos de la red de distribución de gas natural enunciados previamente, son propiamente rupturas parciales y transversales en la tubería de entrada y salida de los puntos de entrega de gas natural y de las estaciones de regulación y medición, en sus accesorios, equipos e instrumentos, así como en la tubería de la red de distribución de gas natural en tubería de acero y tubería de polietileno.

A efectos aclaratorios, las **fugas de la tubería**, se considerarán como la presencia de una fisura de un tamaño equivalente al **20% del diámetro nominal de la tubería**, sobre la tubería de acero o polietileno que afecte de

forma longitudinal o transversal al diámetro y espesor de la tubería, desde el cual se presentara la liberación del gas natural hacia la atmósfera, mientras que la **ruptura transversal o catastrófica**, se considerará como la afectación sobre el **100% del diámetro nominal de la tubería**, dependiendo la fuga o liberación del gas natural directamente del diámetro interno de la tubería que se esté viendo afectada. Por lo tanto, la cuantificación de los riesgos se enfocará puntualmente a la cuantificación de los eventos riesgosos resultantes de rupturas parciales y transversales de la tubería de los componentes del sistema de distribución de gas natural, que resultan en fugas de gas natural desde la red de interés y que de acuerdo con las características fisicoquímicas del gas natural y con las características operativas, pueden ser principalmente los siguientes eventos:

Tabla IV.17.- Tipo de escenarios a simular.

Desviación	Tipo de evento riesgoso	Nombre del evento riesgoso	Descripción de evento riesgoso
Fuga de gas natural desde ruptura parcial o transversal de tubería.	Térmico	Incendio tipo dardo de fuego (Jet fire)	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles a presión.
		Incendio o llamarada de nube de gas (Flash fire)	Llama progresiva de difusión a baja velocidad que no produce ondas de presión significativas y cuando la nube de gas encuentra contacto con un punto de ignición al frente de la nube, la combustión de la masa de la nube se propaga desde el punto de contacto hasta el punto de emisión del material inflamable.
	Mecánico	Deflagración	Combustión súbita con llama de baja velocidad de propagación, donde las ondas de sobrepresión en el medio sin reaccionar tienen una velocidad subsónica y sus picos máximos de presión son de 8 bar.

Herramienta para cuantificación de radios de afectación

La cuantificación de radios de afectación derivados de las desviaciones identificadas en el análisis ¿Qué pasa si …? y HazOp aplicado a la red de distribución de gas natural, se realiza por medio del software denominado como PHAST en su versión 7.2. Las siglas del software corresponden a las de su nombre en idioma inglés "Process Industry Hazard Analysis Software Tool" y su traducción corresponde a la de "Herramienta de Análisis de Riesgo de Procesos Industriales".

El software PHAST en sus distintas versiones a la fecha, ha sido reconocido como herramienta práctica para la cuantificación de los eventos riesgosos, resultantes de la ocurrencia de desviaciones identificadas por medio del análisis de riesgos aplicados a procesos industriales, por parte de la Secretaría de Medio Ambienta y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la ASEA en México, así como por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA).

El modelo PHAST se divide en cuatro escenarios fundamentales:

Descargas

El escenario a modelar se define describiendo las condiciones de operación (presión del ducto) y el diámetro de la descarga. Para efectos de la determinación de la velocidad de descarga, este cálculo también es efectuado por el software PHAST, como se puede apreciar en los reportes de simulación que emite el software:

De acuerdo con la duración:

- Instantánea
- Continua

De acuerdo con el lugar en que ocurre:

- En el interior de edificaciones
- Hacia el exterior

Fuego inmediato y explosión

Estos modelos tienen como datos de entrada los resultados de los modelos de descarga y dispersión. Para estos casos los cálculos se realizan considerando las dimensiones máximas del charco líquido o de la nube según corresponda, empleando los mismos modelos matemáticos que para los efectos instantáneos.

Dispersión de la nube

Este modelo describe el caso de que la descarga no se incendia inmediatamente y forma una nube que se mueve alejándose del lugar de la emisión, diluyéndose en el aire hasta concentraciones menos peligrosas. El riesgo que trae esta nube depende de su tamaño, localización y perfil de concentración, los cuales cambian con el tiempo y el programa debe calcular estos cambios para describir la nube y los riesgos que acarrea. Estos cálculos se desarrollan con el Modelo de Dispersión Unificado (UDM) el cual da como resultado una tabla que contiene los datos esenciales de la nube para intervalos prefijados de tiempo a partir de que ocurre la descarga, los cuales son empleados en los modelos de efectos retardados.

Efectos retardados de fuego y explosión

Si el material es inflamable puede incendiarse inmediatamente al ocurrir la descarga, provocando un fuego o una explosión. El programa calcula la intensidad de los efectos y las áreas de peligro, en dependencia del tipo de descarga y del estado de agregación del material inmediatamente después de ser liberado. Para algunos tipos de descargas se modela más de un efecto. Por ejemplo, una descarga bifásica instantánea puede producir el incendio de un charco, una esfera de fuego y una explosión, por lo que el programa realiza los cálculos para los tres efectos.

Por lo cual el Phast es una herramienta en la que se pueden observar las cuantificaciones de los los diferentes escenarios con sus radios de afectación.

Consideraciones para la realización del análisis de consecuencias

Definición de tamaño de ruptura parcial y transversal de tubería de acero

Para determinar el tamaño del orificio de fuga, se consideraron los criterios marcados en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos, simulando la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal del ducto, así como la ruptura total del mismo (100% del diámetro nominal de la tubería).

El resumen de los criterios seleccionados para definir el tamaño de fuga en las simulaciones, se indica en la tabla siguiente:

Tabla IV.18.- Criterios para definir el tamaño de fuga en la red de distribución.

Ubicación de tubería	Material	Diámetro Nominal	Fuga (20% del diámetro nominal) Orificio de fuga (mm)	Ruptura (100% del diámetro nominal) Orificio de fuga (mm)
Red de Distribución de Gas Natural (RDGN)				
Red de Distribución	Acero APA	24in	121.92	609.6
	Acero APA	16in	76.2	381
	Acero APA	12in	60.6	303.18
	Acero APA	10in	50.9	254.4
	Acero APA	8in	40.69	203.2
	Acero APA	6in	30.61	154.1
	Acero APA	4in	21.32	106.6
	Acero APA	3in	15.58	77.9
	Acero APA	2in	10.2	50.8
	Acero APA	1in	5.08	25.4
	Acero MPB	12in	60.6	303.18
	Acero MPB	10in	50.9	254.4
	Acero MPB	8in	40.69	203.2
	Acero MPB	2in	10.2	50.8
	Polietileno MPB	200 mm	40	200
	Polietileno MPB	160 mm	32	160
	Polietileno MPB	110 mm	22	110
	Polietileno MPB	90 mm	22	110
	Polietileno MPB	63 mm	12.6	63
	Polietileno MPB	40 mm	8	40
	Acero MPC	6in	30.61	154.1
	Acero MPC	4in	21.32	106.6
	Acero MPC	2in	10.2	50.8
	Polietileno MPC	200 mm	40	200

La cuantificación de eventos de la desviación de ruptura parcial en tuberías de acero y de polietileno de la red de distribución de gas natural, depende solamente de la presión de operación del segmento de tubería y del tamaño de la ruptura que se está considerando en ese momento y no de la longitud de la tubería o del diámetro interno o nominal de esta. Sin embargo, para la cuantificación de eventos de las deviaciones de ruptura transversal de tubería en los subsistemas de la red de distribución de gas natural definidos, la magnitud de los eventos riesgosos dependerá directamente del diámetro interno de la tubería en turno y de la presión de operación de la misma.

En el caso puntual de rupturas parciales o transversales de válvulas, accesorios o instrumentos de los puntos de entrega de gas natural, de las estaciones de regulación y medición distritales o bien, de las válvulas de línea en la red de distribución de gas natural, estos se considerarán como elementos continuos de la tubería

en la que estos estén acoplados dado el diámetro de su acoplamiento a la tubería en la que estos están instalados, a sus condiciones de operación y a que permiten el libre paso del gas natural a través de sí, por lo que la cuantificación de eventos de sus desviaciones se considerarán dentro de la cuantificación de las desviaciones de las tuberías a las que estos estén acoplados.

Rangos de presión de operación y flujo para cuantificación de eventos

En el caso de la red de distribución de gas natural, se consideran los rangos de presión establecidos dentro de los procedimientos internos de grupo, así como las estadísticas de variación de presión que resultan de su experiencia en la administración de sistemas de distribución en otras zonas geográficas de distribución de gas natural.

A continuación, se presentan las condiciones de operación a emplearse en la cuantificación de eventos de las desviaciones del sistema de distribución de gas natural:

Tabla IV.19.- Condiciones de presión en la cuantificación de radios de afectación en la red de distribución.

Ubicación de tubería	Material	Diámetro Nominal	Baja presión (bar)	Presión de operación (bar)	Alta presión (bar)
Red de Distribución de Gas Natural (RDGN)					
Red de Distribución	Acero APA	24in	7	13	19
	Acero APA	16in	7	13	19
	Acero APA	12in	7	13	19
	Acero APA	10in	7	13	19
	Acero APA	8in	7	13	19
	Acero APA	6in	7	13	19
	Acero APA	4in	7	13	19
	Acero APA	3in	7	13	19
	Acero APA	2in	7	13	19
	Acero APA	1in	7	13	19
	Acero MPB	12in	0.5	2.25	4
	Acero MPB	10in	0.5	2.25	4
	Acero MPB	8in	0.5	2.25	4
	Acero MPB	2in	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	200 mm	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	160 mm	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	110 mm	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	90 mm	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	63 mm	0.5	2.25	4
	Polietileno MPB	40 mm	0.5	2.25	4
	Acero MPC	6in	4	5.5	7
	Acero MPC	4in	4	5.5	7
	Acero MPC	2in	4	5.5	7

Ubicación de tubería	Material	Diámetro Nominal	Baja presión (bar)	Presión de operación (bar)	Alta presión (bar)
	Polietileno MPC	200 mm	4	5.5	7

Nota: La presión de operación, dentro del proyecto puede cambiar dependiendo de la distribución que vaya requiriendo la red.

Condiciones ambientales

En la realización de la cuantificación de las desviaciones identificadas en el análisis ¿Qué pasa si …? y HazOp para la red de distribución de gas natural, se utilizarán estabilidades atmosféricas que no propicien la fácil dispersión del gas natural emitido desde un punto de fuga en una tubería a la atmósfera, dado que el objetivo particular es considerar condiciones ambientales desfavorables y que fomenten la generación de los escenarios de riesgo derivados de la ocurrencia de incidencias relacionadas con gas natural. Para esto, se emplean las consideraciones descritas por Pasquill-Gifford en su clasificación de estabilidades atmosféricas, de las cuales se emplean las siguientes:

Tabla IV.20.- Estabilidades de Pasquill-Gifford a emplearse en cuantificación de eventos de desviaciones identificadas en Sistema de Distribución de gas natural.

Etapa	Estabilidad	Nombre de la estabilidad	Características de estabilidad
Día	D	Neutra	Representa días o noches con cielo cubierto por densa nubosidad, con una estratificación neutral cuando el flujo neto de radiación es cero y no considera la velocidad del viento.
Día/noche	F	Estable	Representa condiciones nocturnas, dado una pobre dispersión de materiales emitidos a la atmósfera dadas las condiciones de gran estabilidad basadas en la cantidad de cobertura de nubes.

En adición a lo anterior, se emplearán velocidades del viento bajas que favorezcan que el gas natural emitido a la atmósfera desde el punto de fuga del Sistema de Distribución, no tenga una dispersión rápida al momento de su liberación, por lo cual se utilizarán velocidades de 1.5 m/s para la estabilidad tipo F, mientras que para la estabilidad tipo D se considerará la generación de eventos con una velocidad del viento de 1.5 y 5 m/s, respectivamente. Asimismo, se debe mencionar que se considera la estabilidad F a 1.5 m/s porque estas condiciones meteorológicas son ideales para la cuantificación del peor escenario de eventos riesgosos, mientras que en la estabilidad atmosférica D, se considera una velocidad del viento de 1.5 y 5 m/s, siempre teniendo en cuenta que la cuantificación de 5/D, proporciona las características menos favorables a la ocurrencia de un evento riesgoso relacionado con el gas natural del Sistema de Distribución. Finalmente, es importante señalar que los radios de afectación más importantes son los que tienen una velocidad de viento de 1.5 m/s con una estabilidad F, ya que esta condición nos permite maximizar la concentración de la masa de gas natural liberada en las áreas aledañas al punto de liberación del gas natural.

Criterios para definición de radios de afectación, riesgo y amortiguamiento

Los criterios empleados para la definición de los radios de afectación, alto riesgo y amortiguamiento derivados de la ocurrencia de los eventos relacionados con las deviaciones identificadas en el Sistema de Distribución

de gas natural a través del análisis ¿Qué pasa si …? y HazOp, son los considerados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y ASEA en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, para **radiación térmica** y **sobrepresión**. Sin embargo, el gas natural no es un gas tóxico o que genera intoxicación debido a la exposición de un individuo a este, por lo cual no reporta datos de IDLH o de TLV8, si no es un gas inflamable considerado como asfixiante simple y por ello, los criterios empleados para la definición de las zonas de protección en caso de eventos de nube de gas natural o del incendio de la nube de gas natural, estarán dados por los límites superior e inferior de inflamabilidad del gas natural considerados en sus propiedades fisicoquímicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, los criterios empleados para la determinación de las zonas de afectación, alto riesgo y amortiguamiento, se presentan a continuación considerando la generación de eventos como son nube de gas natural, incendio de nube de gas incendio tipo dardo de fuego o a chorro y deflagración de nube gas natural.

Tabla IV.21.- Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio de nube de gas (Flash fire).

Zona	Concentración	Descripción
Alto riesgo.	44,000 ppm	LFL (Lower flammable limit). Límite inferior de inflamabilidad. Concentración más baja (en porcentaje) de gas o vapor en el aire que pueda producir un incendio de nube de gas en presencia de una fuente de ignición.
Amortiguamiento.	22,000 ppm	LFL fraction (Lower flammable limit fraction). Fracción del límite inferior de explosividad en que existe muy baja concentración (porcentaje) de gas o vapor en el aire para que se presente el incendio de una nube de gas.

Tabla IV.22.- Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).

Zona	Radiación	Descripción
Amortiguamiento.	1.4 Kw/m^2 (443 BTU/h/ft^2)	Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Este límite se considera como zona de amortiguamiento.
Alto riesgo.	5.0 kW/m^2 (1 585 BTU/h/ft^2)	Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2º grado sin la protección adecuada. Esta radiación será considerada como límite de zona de alto riesgo.

Tabla IV.23.- Criterios de sobrepresión para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de deflagración de gas natural.

Zona de protección	Presión	Descripción
Afectación.	0.5 lb/$pulg^2$	La sobrepresión a la que se presenta rupturas del 10% de ventanas de vidrio y algunos daños a techos; este nivel tiene la probabilidad del 95% de que no ocurran daños serios.

Zona de protección	Presión	Descripción
	(0.034 bar)	Esta área se considerará como límite de la zona de amortiguamiento.
Alto riesgo.	1 lb/pulg^2 (0.068 bar)	Es la presión en la que se presenta destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios; provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles. De 0,5 a 1 lb/pulg^2 se considerará como la zona de alto riesgo.

Si se observan los criterios para el establecimiento de las zonas de afectación, alto riesgo y amortiguamiento correspondientes a los eventos de nube de gas natural, así como a los correspondientes al incendio de nube de gas natural, estos están centrados en las concentraciones de 22,000 y 44,000 ppm, puesto que la relación requerida y balanceada de metano, oxígeno y fuente de calor que se requiere para que se presente un incendio se localiza dentro de esta zona, y conociendo el desarrollo del evento del incendio de la nube de gas natural, la masa de gas natural será consumida desde su contacto con una fuente de ignición hasta el punto de liberación, afectándose las distancias reportadas para la zona de alto riesgo y amortiguamiento; por lo cual se reportan en este análisis.

Resultados de la cuantificación de eventos riesgosos

Como se mencionó en la hoja de seguridad del gas natural y dadas sus propiedades fisicoquímicas y a la forma en las que operan los sistemas de distribución del mismo, se identifica la ocurrencia de tres escenarios de riesgo dentro de la cuantificación de eventos de las desviaciones de ruptura parcial y transversal de las tuberías de los subsistemas del Sistema de Distribución, mismos que se enlistan a continuación:

1. Nube de gas natural.
2. Incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).
3. Deflagración de nube de gas natural.

De la etapa de identificación de peligros se identificó como principal peligro, la perdida de contención del gas natural de la red de distribución, que, de encontrar una fuente de ignición, por sus propiedades inflamables, puede dar origen a un incendio tipo dardo y/o generar una explosión de la nube de gas natural.

Con el fin de cuantificar los radios de afectación para cada uno de estos escenarios, se elaboró el siguiente **árbol de eventos**:

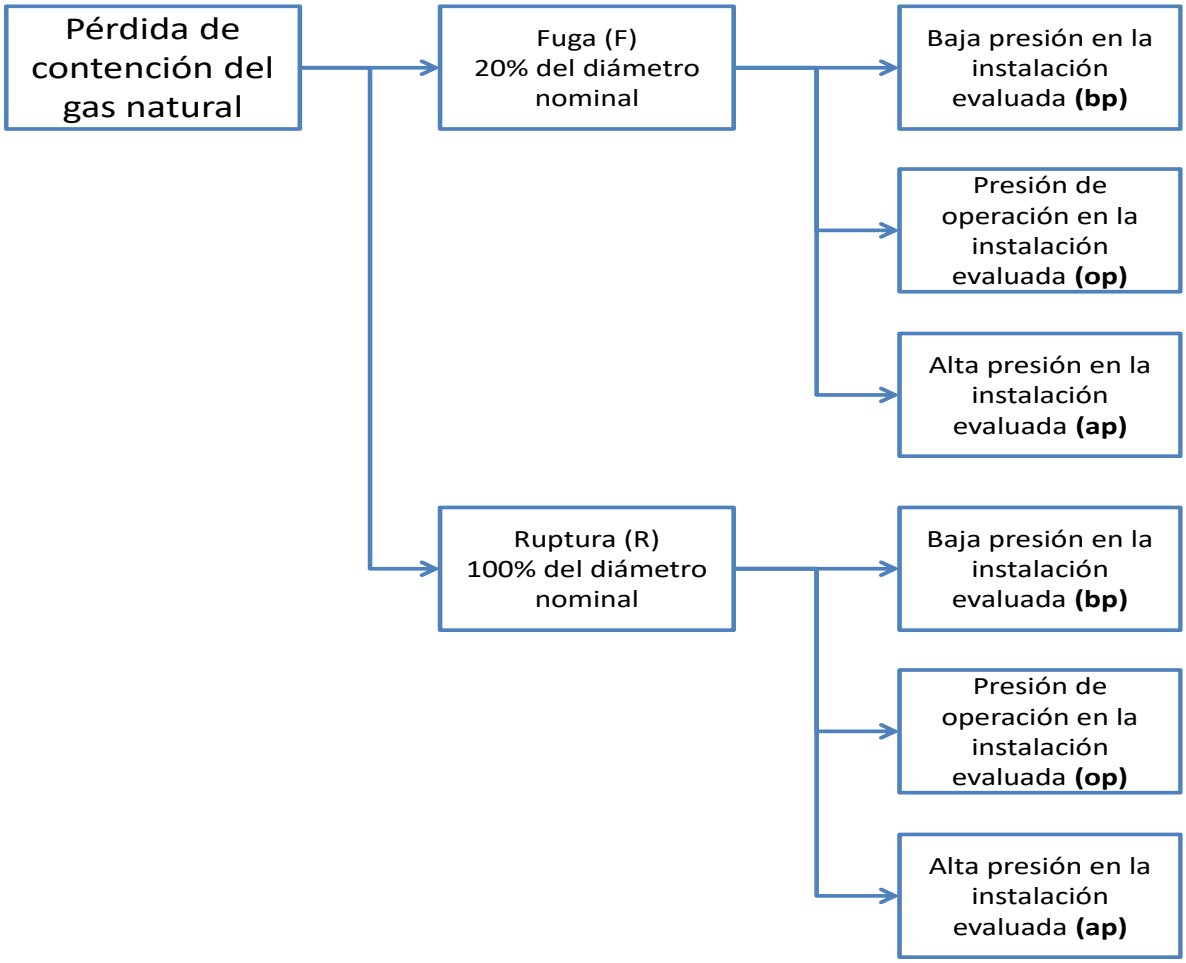


Figura IV.13.- Árbol de eventos para el escenario de pérdida de contención de gas natural en la red de distribución del PROYECTO que se presenta.

Así mismo, se aplicó este esquema de escenarios para cada nodo o componente de la instalación que resultó con escenarios ALARP:

01 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (RDGN APA AC 24in)
02 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (RDGN APA AC 16in)
03 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (RDGN APA AC 12in)
04 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (RDGN APA AC 10in)
05 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (RDGN APA AC 8in)
06 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (RDGN APA AC 6in)
07 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (RDGN APA AC 4in)
08 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (RDGN APA AC 3in)
09 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (RDGN APA AC 2in)
010 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (RDGN APA AC 1in)
011 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (RDGN MPB AC 12in)
012 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (RDGN MPB AC 10in)
013 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (RDGN MPB AC 8in)
014 Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (RDGN MPB AC 2in)
015 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (RDGN MPB PE 200mm)

016 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (RDGN MPB PE 160mm)
017 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (RDGN MPB PE 110mm)
018 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (RDGN MPB PE 90mm)
019 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (RDGN MPB PE 63mm)
020 Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (RDGN MPB PE 40mm)
021 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (RDGN MPC AC 6in)
022 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (RDGN MPC AC 4in)
023 Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (RDGN MPC AC 2in)
024 Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (RDGN MPC PE 200mm)

El reporte de las simulaciones realizadas con el software PHAST 7.2, se incluyen en el **ANEXO 6.2**.

Los resultados de la cuantificación correspondiente de fugas de gas natural derivadas de ruptura parcial o transversal de tubería en las City Gate's y ERM's, se presentan a continuación:

Resultados de Dispersión
Parámetros de dispersión de entrada

Altura para el cálculo de los efectos inflamables	0	m
Tóxicos: Altura para el Cálculo de Efectos	0	m
Tiempo Medio Base	**600**	s
Tiempo medio inflamable	**600**	s

Distancia a favor del viento hasta concentraciones definidas
La concentración de interés notificada se define en el escenario

Ruta	Escenario	Climas	Distancia hasta UFL [m]	Distancia hasta LFL [m]	Distancia hasta fracción LFL [m]
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	8.6334	37.0694	71.2246
		Categoría 1.5/D	8.6259	37.6938	72.4315
		Categoría 5/D	8.61851	35.5889	64.1681
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	59.7633	324.508	615.911
		Categoría 1.5/D	55.8219	302.87	594.572
		Categoría 5/D	56.5084	330.192	654.344
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	11.5941	49.1355	95.7638
		Categoría 1.5/D	11.5924	50.0658	95.9351
		Categoría 5/D	11.5514	47.0633	83.6606
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	85.8897	446.362	851.137
		Categoría 1.5/D	79.5063	418.608	816.74
		Categoría 5/D	80.9423	458.87	905.806
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	13.9781	59.315	115.643
		Categoría 1.5/D	13.9833	60.1752	114.713
		Categoría 5/D	13.9094	56.138	98.9945
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	107.874	553.523	1109.07
		Categoría 1.5/D	98.9289	517.128	1040.68
		Categoría 5/D	101.057	573.071	1195.99
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.75437	24.9035	47.6585
		Categoría 1.5/D	5.74491	25.2621	49.16
		Categoría 5/D	5.75762	24.1911	44.4895
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	35.8821	209.056	426.181
		Categoría 1.5/D	34.0438	194.97	407.867
		Categoría 5/D	34.0309	210.428	457.161

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.72018	33.237	63.7924
		Categoría 1.5/D	7.71243	33.704	65.1999
		Categoría 5/D	7.71307	32.1631	58.1123
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	52.2051	291.099	590.393
		Categoría 1.5/D	48.6678	272.292	563.762
		Categoría 5/D	49.082	295.677	638.488
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.32302	39.8548	77.0013
		Categoría 1.5/D	9.31629	40.4636	78.0076
		Categoría 5/D	9.30108	38.4037	68.8465
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	65.9302	360.859	760.256
		Categoría 1.5/D	61.2405	337.1	716.79
		Categoría 5/D	62.2085	371.515	836.72
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.32617	18.8974	36.2121
		Categoría 1.5/D	4.31643	19.0907	37.3022
		Categoría 5/D	4.33526	18.4891	34.2465
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	24.7695	151.633	322.617
		Categoría 1.5/D	24.0096	140.303	306.429
		Categoría 5/D	23.7227	151.131	346.533
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.79771	25.1008	48.002
		Categoría 1.5/D	5.78843	25.4577	49.5041
		Categoría 5/D	5.80109	24.3359	44.7925
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	36.2318	212.816	449.147
		Categoría 1.5/D	34.2906	197.418	425.622
		Categoría 5/D	34.3099	214.688	487.99
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.01051	30.154	57.7633
		Categoría 1.5/D	7.00062	30.6307	59.2626
		Categoría 5/D	7.00752	29.0757	53.1015
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	46.0087	265.117	573.38
		Categoría 1.5/D	43.2714	244.307	537.856
		Categoría 5/D	43.6082	269.949	635.415
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.60289	15.8138	30.4635
		Categoría 1.5/D	3.59241	15.9553	31.2989
		Categoría 5/D	3.61501	15.5312	28.9937
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	19.7279	122.319	268.295
		Categoría 1.5/D	19.3475	113.836	253.528
		Categoría 5/D	18.8922	120.87	287.719
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.84715	21.0036	40.2838
		Categoría 1.5/D	4.83702	21.268	41.5593
		Categoría 5/D	4.85478	20.468	37.9478
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	28.6192	172.596	374.717
		Categoría 1.5/D	27.5887	160.676	353.479
		Categoría 5/D	27.3903	172.913	407.419
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.83154	25.2475	48.2491
		Categoría 1.5/D	5.82251	25.6033	49.7664
		Categoría 5/D	5.83529	24.4618	45.0248
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	36.5052	216.098	476.955

		Categoría 1.5/D	34.4964	199.481	445.611
		Categoría 5/D	34.514	218.497	528.33
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.81558	12.199	29.5638
		Categoría 1.5/D	2.8125	12.0731	28.2505
		Categoría 5/D	2.70215	10.1411	25.0282
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.95	94.1133	212.369
		Categoría 1.5/D	14.817	87.3637	199.459
		Categoría 5/D	14.276	92.321	226.333
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.78222	17.5628	43.9951
		Categoría 1.5/D	3.77702	17.2042	41.5497
		Categoría 5/D	3.60765	15.0769	40.1435
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	21.6014	134.16	298.081
		Categoría 1.5/D	21.0189	123.763	279.433
		Categoría 5/D	20.5614	133.273	322.95
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.55491	22.4639	56.4355
		Categoría 1.5/D	4.54702	21.8593	52.9746
		Categoría 5/D	4.34153	19.919	53.7736
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	27.4423	167.28	377.793
		Categoría 1.5/D	26.4719	154.879	351.649
		Categoría 5/D	26.207	167.532	417.29
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.11315	8.84214	19.9644
		Categoría 1.5/D	2.11134	8.79666	19.2637
		Categoría 5/D	2.03936	7.43746	15.4977
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	10.7077	66.2477	155.222
		Categoría 1.5/D	10.671	61.8381	144.561
		Categoría 5/D	10.1236	63.8823	162.544
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.83793	12.3087	29.9115
		Categoría 1.5/D	2.8351	12.1649	28.5574
		Categoría 5/D	2.72605	10.2119	25.3154
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	15.1064	95.1429	219.087
		Categoría 1.5/D	14.9881	88.361	204.228
		Categoría 5/D	14.4044	93.4151	235.131
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.42634	15.5438	38.5573
		Categoría 1.5/D	3.42208	15.247	36.531
		Categoría 5/D	3.27837	13.1136	34.3711
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	19.0929	118.962	276.755
		Categoría 1.5/D	18.7238	110.695	256.498
		Categoría 5/D	18.2235	117.971	302.977
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.41259	5.93154	11.6152
		Categoría 1.5/D	1.41175	5.90268	11.3668
		Categoría 5/D	1.37191	5.09528	8.54465
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.01303	39.4312	96.5128
		Categoría 1.5/D	7.00866	37.5996	89.9703
		Categoría 5/D	6.60902	36.9352	97.6244
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.89523	7.90925	17.1894
		Categoría 1.5/D	1.89377	7.86604	16.6176

		Categoría 5/D	1.83267	6.69307	12.9494
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	9.50806	57.3657	138.295
		Categoría 1.5/D	9.50715	54.1223	128.386
		Categoría 5/D	8.9047	55.2175	144.605
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.28722	9.60484	22.1612
		Categoría 1.5/D	2.28519	9.5256	21.3486
		Categoría 5/D	2.20523	7.95578	17.5928
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	11.7431	72.8445	175.031
		Categoría 1.5/D	11.72	67.9532	161.636
		Categoría 5/D	11.092	70.4329	186.838
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.06242	4.47839	8.36249
		Categoría 1.5/D	1.06208	4.46389	8.28189
		Categoría 5/D	1.03536	3.90857	6.50123
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.25994	27.1618	67.6095
		Categoría 1.5/D	5.25205	26.2584	63.3504
		Categoría 5/D	4.99056	24.4195	65.7853
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.42467	5.97727	11.7327
		Categoría 1.5/D	1.42396	5.94876	11.4524
		Categoría 5/D	1.38256	5.12801	8.61302
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.07459	39.7655	98.068
		Categoría 1.5/D	7.07057	37.9202	91.1617
		Categoría 5/D	6.65914	37.3254	99.5708
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.71834	7.19651	14.9987
		Categoría 1.5/D	1.71721	7.16285	14.5779
		Categoría 5/D	1.66406	6.12129	11.0802
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.54095	50.5637	124.295
		Categoría 1.5/D	8.53945	47.7356	115.017
		Categoría 5/D	8.01784	48.1187	129.326
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.709351	3.02072	5.66782
		Categoría 1.5/D	0.709362	3.0139	5.63597
		Categoría 5/D	0.69458	2.67811	4.53788
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.51212	16.1059	39.9057
		Categoría 1.5/D	3.50778	15.8305	37.8365
		Categoría 5/D	3.36376	13.667	35.8161
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.953259	4.02304	7.5049
		Categoría 1.5/D	0.953032	4.00867	7.45228
		Categoría 5/D	0.930092	3.52415	5.8932
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.72207	23.4978	58.9548
		Categoría 1.5/D	4.7149	22.8418	55.2606
		Categoría 5/D	4.47589	20.8571	56.332
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.14942	4.84306	9.03806
		Categoría 1.5/D	1.14905	4.82496	8.90895
		Categoría 5/D	1.11829	4.20566	6.95447
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.69185	30.0166	75.3861
		Categoría 1.5/D	5.68563	28.764	70.1542
		Categoría 5/D	5.40059	27.4456	74.3217

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.360985	1.53022	2.92198
		Categoría 1.5/D	0.361136	1.52993	2.91612
		Categoría 5/D	0.356321	1.39633	2.43951
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	1.76369	7.39839	15.5657
		Categoría 1.5/D	1.76253	7.3651	15.1316
		Categoría 5/D	1.70572	6.28734	11.5694
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.480073	2.04276	3.87444
		Categoría 1.5/D	0.480195	2.04067	3.86061
		Categoría 5/D	0.472995	1.84398	3.1793
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	2.36791	9.99453	23.2659
		Categoría 1.5/D	2.36562	9.91505	22.3882
		Categoría 5/D	2.27899	8.22397	18.6871
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.578327	2.45389	4.63295
		Categoría 1.5/D	0.578415	2.44981	4.61211
		Categoría 5/D	0.568546	2.19973	3.75958
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	2.85577	12.3674	30.1188
		Categoría 1.5/D	2.8526	12.2304	28.7522
		Categoría 5/D	2.74255	10.263	25.5227
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.64486	6.89428	14.2181
		Categoría 1.5/D	1.64388	6.85946	13.7767
		Categoría 5/D	1.59237	5.86873	10.4436
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.17279	47.9213	115.313
		Categoría 1.5/D	8.17107	45.4394	107.598
		Categoría 5/D	7.6806	45.5911	118.307
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.89278	7.90985	17.193
		Categoría 1.5/D	1.89139	7.86735	16.6287
		Categoría 5/D	1.8297	6.69259	12.9403
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	9.50031	57.3531	136.181
		Categoría 1.5/D	9.50179	54.1298	127.164
		Categoría 5/D	8.89647	55.14	141.552
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.11315	8.84214	19.9644
		Categoría 1.5/D	2.11134	8.79666	19.2637
		Categoría 5/D	2.03936	7.43746	15.4977
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	10.7077	66.2477	155.222
		Categoría 1.5/D	10.671	61.8381	144.561
		Categoría 5/D	10.1236	63.8823	162.544
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.09834	4.64789	8.65721
		Categoría 1.5/D	1.09797	4.62944	8.57672
		Categoría 5/D	1.07132	4.03829	6.70734
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.45389	28.3874	70.6198
		Categoría 1.5/D	5.44652	27.4145	66.0483
		Categoría 5/D	5.15672	25.8588	68.9906
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.2661	5.33819	10.1386
		Categoría 1.5/D	1.26551	5.31514	9.95852
		Categoría 5/D	1.23091	4.60866	7.62352
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	6.28257	34.084	84.2375

		Categoría 1.5/D	6.27638	32.7381	78.6663
		Categoría 5/D	5.92357	31.6896	84.013
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.41259	5.93154	11.6152
		Categoría 1.5/D	1.41175	5.90268	11.3668
		Categoría 5/D	1.37191	5.09528	8.54465
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.01303	39.4312	96.5128
		Categoría 1.5/D	7.00866	37.5996	89.9703
		Categoría 5/D	6.60902	36.9352	97.6244
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.554634	2.35865	4.45766
		Categoría 1.5/D	0.554716	2.35523	4.43848
		Categoría 5/D	0.54475	2.11388	3.62461
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	2.73478	11.8194	28.4113
		Categoría 1.5/D	2.73194	11.697	27.1932
		Categoría 5/D	2.62337	9.78905	23.8528
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.637401	2.70941	5.10145
		Categoría 1.5/D	0.637457	2.70409	5.07585
		Categoría 5/D	0.624472	2.4144	4.1123
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.14639	14.0239	34.4165
		Categoría 1.5/D	3.14263	13.8351	32.7848
		Categoría 5/D	3.01814	11.7331	30.0448
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.709351	3.02072	5.66782
		Categoría 1.5/D	0.709362	3.0139	5.63597
		Categoría 5/D	0.69458	2.67811	4.53788
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.51212	16.1059	39.9057
		Categoría 1.5/D	3.50778	15.8305	37.8365
		Categoría 5/D	3.36376	13.667	35.8161
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.36338	38.1606	58.44
		Categoría 1.5/D	4.02027	23.7884	59.4561
		Categoría 5/D	4.1681	29.1704	56.7643
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	18.0488	38.378	50.5405
		Categoría 1.5/D	12.7948	49.2209	64.648
		Categoría 5/D	13.9484	71.2595	114.78
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.34147	43.8867	67.2897
		Categoría 1.5/D	4.63911	27.4682	67.9636
		Categoría 5/D	4.80341	33.6034	65.1011
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	19.437	46.5685	61.7833
		Categoría 1.5/D	13.1541	58.1618	80.583
		Categoría 5/D	13.9832	80.3098	132.301
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	8.20692	48.9835	75.5431
		Categoría 1.5/D	5.17196	30.6178	75.4997
		Categoría 5/D	5.36979	37.5635	72.4715
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	20.4011	55.3932	73.7243
		Categoría 1.5/D	13.544	69.6116	103.545
		Categoría 5/D	14.1801	88.0524	148.991
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 200mm\MPB PE 200mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.54767	16.0735	23.817
		Categoría 1.5/D	2.23228	13.8309	29.6584

		Categoría 5/D	2.34732	16.1305	28.1156
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.66962	15.2347	19.8914
		Categoría 1.5/D	10.0863	18.7951	24.0473
		Categoría 5/D	13.6643	37.1023	56.0984
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 200mm\MPB PE 200mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.77351	28.7627	44.2137
		Categoría 1.5/D	3.02109	17.8383	45.0385
		Categoría 5/D	3.12506	22.0437	43.1428
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.4492	26.7955	35.1867
		Categoría 1.5/D	12.3255	33.9925	44.0104
		Categoría 5/D	14.614	56.0898	87.1174
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 200mm\MPB PE 200mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.36338	38.1606	58.44
		Categoría 1.5/D	4.02027	23.7884	59.4561
		Categoría 5/D	4.1681	29.1704	56.7643
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	18.0488	38.378	50.5405
		Categoría 1.5/D	12.7948	49.2209	64.648
		Categoría 5/D	13.9484	71.2595	114.78
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 160mm\MPB PE 160mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.84169	13.4312	19.7859
		Categoría 1.5/D	1.78389	11.0242	24.4055
		Categoría 5/D	1.87579	13.0578	23.0042
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	6.82623	11.462	15.2002
		Categoría 1.5/D	8.32444	14.8077	18.9613
		Categoría 5/D	10.8723	28.9935	44.0891
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 160mm\MPB PE 160mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.8297	23.6182	36.0604
		Categoría 1.5/D	2.41283	14.2698	36.4192
		Categoría 5/D	2.50007	17.7021	34.9902
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	11.427	20.8455	26.952
		Categoría 1.5/D	9.98925	27.1912	34.3602
		Categoría 5/D	12.0122	43.9157	67.3313
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 160mm\MPB PE 160mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.08373	30.9686	47.3448
		Categoría 1.5/D	3.2146	19.0675	47.9844
		Categoría 5/D	3.33276	23.4463	45.8791
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.2515	29.487	38.3759
		Categoría 1.5/D	10.2671	38.9901	50.4366
		Categoría 5/D	11.2238	55.5885	88.7173
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.95509	9.96375	14.5789
		Categoría 1.5/D	1.22832	7.58942	17.5947
		Categoría 5/D	1.29059	9.1281	16.3629
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.49575	7.28717	9.62249
		Categoría 1.5/D	6.9115	17.6192	26.051
		Categoría 5/D	7.40148	19.6879	29.5337
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.62429	16.9601	25.7512
		Categoría 1.5/D	1.66031	9.8433	25.306
		Categoría 5/D	1.71797	12.2194	24.6829
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.64972	13.4172	17.2024
		Categoría 1.5/D	7.20893	27.5328	41.2051
		Categoría 5/D	8.60752	28.9797	44.2889

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.49075	22.0316	33.558
		Categoría 1.5/D	2.2107	13.0804	33.444
		Categoría 5/D	2.2869	16.2429	32.2629
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	9.66029	18.9135	24.3194
		Categoría 1.5/D	7.089	34.961	54.7785
		Categoría 5/D	7.83241	36.6486	57.6745
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.59692	8.48531	12.4457
		Categoría 1.5/D	1.00357	6.21286	14.7117
		Categoría 5/D	1.05673	7.52937	13.5895
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.69749	5.9861	7.56402
		Categoría 1.5/D	5.67754	14.4974	21.3654
		Categoría 5/D	5.98324	15.9151	23.8684
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.14762	14.2599	21.5529
		Categoría 1.5/D	1.35876	8.03141	20.7982
		Categoría 5/D	1.40519	10.0384	20.4838
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	6.22051	10.6246	13.4977
		Categoría 1.5/D	5.93074	22.4637	33.5035
		Categoría 5/D	7.16764	23.5023	35.5551
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.86425	18.4693	28.0076
		Categoría 1.5/D	1.8077	10.6529	27.4928
		Categoría 5/D	1.87127	13.3146	26.7767
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.84265	14.9944	19.0782
		Categoría 1.5/D	5.79176	28.3505	44.1643
		Categoría 5/D	6.52463	29.2105	45.7105
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.11919	6.34466	9.43774
		Categoría 1.5/D	0.70295	4.34643	10.6746
		Categoría 5/D	0.741123	5.35202	9.76745
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.02328	4.30235	5.28424
		Categoría 1.5/D	3.98638	10.2836	15.2458
		Categoría 5/D	4.08591	10.7191	16.2125
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.49854	10.4755	15.8401
		Categoría 1.5/D	0.95101	5.61436	14.6382
		Categoría 5/D	0.983288	7.01405	14.6265
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.57252	7.22056	8.94639
		Categoría 1.5/D	4.23891	15.6582	23.2426
		Categoría 5/D	5.11385	16.0288	24.1995
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.9975	13.5451	20.4106
		Categoría 1.5/D	1.26674	7.48662	19.3654
		Categoría 5/D	1.30987	9.34149	19.1854
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.62136	10.0021	12.541
		Categoría 1.5/D	4.0827	19.6803	30.2799
		Categoría 5/D	4.73863	19.9277	30.4122
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.710017	4.34863	6.60087
		Categoría 1.5/D	0.450192	2.75468	7.02687
		Categoría 5/D	0.472271	3.43922	6.36958
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	2.02094	4.49267	7.34484

		Categoría 1.5/D	2.53839	6.57239	9.84767
		Categoría 5/D	2.47565	6.46543	9.74713
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.955092	7.06833	10.8709
		Categoría 1.5/D	0.603144	3.55826	9.32672
		Categoría 5/D	0.626176	4.4654	9.50426
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.04047	6.91049	10.0016
		Categoría 1.5/D	2.77689	9.90613	14.7525
		Categoría 5/D	3.25879	9.68787	14.6775
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.26912	9.10278	13.8552
		Categoría 1.5/D	0.803015	4.74824	12.3934
		Categoría 5/D	0.832933	5.94177	12.4978
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.69459	8.98992	12.9449
		Categoría 1.5/D	2.62743	12.3538	18.9
		Categoría 5/D	3.21009	12.1008	18.5287
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.43369	19.9567	24.1544
		Categoría 1.5/D	3.4049	20.9765	42.7392
		Categoría 5/D	3.57602	23.8281	41.1144
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	13.8175	25.9767	34.6575
		Categoría 1.5/D	15.6173	30.0781	38.7573
		Categoría 5/D	20.7626	57.9504	88.1654
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.29812	42.6582	65.5749
		Categoría 1.5/D	4.60407	27.2958	67.2092
		Categoría 5/D	4.77119	33.3994	64.5125
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	22.7069	45.0673	58.1798
		Categoría 1.5/D	18.8754	54.5642	71.8461
		Categoría 5/D	21.6576	89.5293	140.309
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.72849	56.568	87.2276
		Categoría 1.5/D	6.14267	36.2955	88.2824
		Categoría 5/D	6.36157	44.483	85.0762
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	27.9457	64.8906	83.9718
		Categoría 1.5/D	19.7946	79.1121	106.603
		Categoría 5/D	21.2031	115.012	187.173
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.52088	19.4997	29.0668
		Categoría 1.5/D	2.83651	17.477	36.5154
		Categoría 5/D	2.98485	20.1041	34.8343
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	11.3835	20.1063	26.4541
		Categoría 1.5/D	12.9207	24.2174	31.5077
		Categoría 5/D	17.2908	47.7678	72.5971
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.07079	35.9997	55.231
		Categoría 1.5/D	3.83965	22.7524	56.5044
		Categoría 5/D	3.96599	27.9075	54.1927
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	18.7043	35.9001	46.8906
		Categoría 1.5/D	15.7058	44.8428	57.7955
		Categoría 5/D	18.2578	73.0176	114.37
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	8.08841	47.5915	73.231
		Categoría 1.5/D	5.10123	30.2199	74.4298

		Categoría 5/D	5.29197	37.0581	71.4146
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	23.138	51.8112	68.2402
		Categoría 1.5/D	16.3943	64.4895	85.4316
		Categoría 5/D	17.6162	93.7628	151.416
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.61358	16.2738	24.122
		Categoría 1.5/D	2.26691	14.0317	30.027
		Categoría 5/D	2.38417	16.3451	28.4974
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.78622	15.4563	20.2785
		Categoría 1.5/D	10.2407	19.0921	24.4781
		Categoría 5/D	13.8875	37.7625	57.0713
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.86156	29.2031	44.859
		Categoría 1.5/D	3.0691	18.1618	45.8002
		Categoría 5/D	3.17206	22.3937	43.797
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.7892	27.1411	35.8741
		Categoría 1.5/D	12.5041	34.8007	44.811
		Categoría 5/D	14.8268	57.0025	88.7452
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.46758	38.687	59.2709
		Categoría 1.5/D	4.08919	24.1142	60.3296
		Categoría 5/D	4.2357	29.6429	57.6236
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	18.3513	38.9239	51.526
		Categoría 1.5/D	13.0204	50.199	65.8215
		Categoría 5/D	14.1549	72.7096	116.912
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	0.899929	5.31051	7.97866
		Categoría 1.5/D	0.569151	3.48886	8.75148
		Categoría 5/D	0.595925	4.34108	7.98153
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	2.58324	5.66325	9.085
		Categoría 1.5/D	3.22106	8.3419	12.4461
		Categoría 5/D	3.22765	8.48653	12.7672
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.20967	8.71408	13.2521
		Categoría 1.5/D	0.768037	4.52382	11.8491
		Categoría 5/D	0.793183	5.66968	11.9324
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	3.89431	6.33191	7.60612
		Categoría 1.5/D	3.46186	12.5274	18.6997
		Categoría 5/D	4.14969	12.5728	19.1383
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.6122	11.2428	16.9341
		Categoría 1.5/D	1.02133	6.02689	15.7198
		Categoría 5/D	1.05686	7.53941	15.6656
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.74663	8.43875	10.2435
		Categoría 1.5/D	3.31247	15.8188	24.1645
		Categoría 5/D	3.92365	15.7878	24.1013

Las distancias notificadas se definen en el nivel de estudio

Resultados de Chorro de Fuego (Jet Fire)
Distancia a favor del viento hasta niveles de radiación definidos
Las radiaciones notificadas se definen en los parámetros

Ruta	Escenario	Climas	Longitud de llama [m]	Distancia a favor del viento hasta el nivel de intensidad 1 (1.4 kW/m2) [m]	Distancia a favor del viento hasta el nivel de intensidad 2 (5 kW/m2) [m]	Distancia a favor del viento hasta el nivel de intensidad 3 (37.5 kW/m2) [m]
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	42.6951	93.1688	47.8531	n/d
		Categoría 1.5/D	42.6951	93.1688	47.8531	n/d
		Categoría 5/D	46.0222	93.7745	50.559	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	147.671	441.005	285.909	159.268
		Categoría 1.5/D	147.671	441.005	285.909	159.268
		Categoría 5/D	154.166	425.247	286.536	168.711
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	53.9011	126.287	73.0161	n/d
		Categoría 1.5/D	53.9011	126.287	73.0161	n/d
		Categoría 5/D	58.061	126.225	78.0902	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	188.901	581.908	373.903	206.354
		Categoría 1.5/D	188.901	581.908	373.903	206.354
		Categoría 5/D	195.27	562.7	374.987	217.517
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	62.1423	151.628	91.9061	n/d
		Categoría 1.5/D	62.1423	151.628	91.9061	n/d
		Categoría 5/D	66.8167	150.999	96.9871	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	221.863	693.303	443.616	243.91
		Categoría 1.5/D	221.863	693.303	443.616	243.91
		Categoría 5/D	227.929	672.061	445.386	256.606
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	30.282	56.1077	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	30.282	56.1077	n/d	n/d
		Categoría 5/D	32.5374	57.0005	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	106.974	300.123	198.112	112.809
		Categoría 1.5/D	106.974	300.123	198.112	112.809
		Categoría 5/D	113.161	290.362	198.925	120.717
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	38.9335	82.2064	36.5284	n/d
		Categoría 1.5/D	38.9335	82.2064	36.5284	n/d
		Categoría 5/D	41.9501	82.9493	40.4079	n/d

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	134.843	396.732	258.308	144.599
		Categoría 1.5/D	134.843	396.732	258.308	144.599
		Categoría 5/D	141.302	382.533	258.922	153.55
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	45.3653	100.965	54.0792	n/d
		Categoría 1.5/D	45.3653	100.965	54.0792	n/d
		Categoría 5/D	48.9041	101.446	56.7889	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	157.089	473.376	306.104	170.033
		Categoría 1.5/D	157.089	473.376	306.104	170.033
		Categoría 5/D	163.585	456.684	306.786	179.85
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	23.6124	30.4716	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	23.6124	30.4716	n/d	n/d
		Categoría 5/D	25.2476	30.9415	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	86.0279	228.269	153.205	89.1937
		Categoría 1.5/D	86.0279	228.269	153.205	89.1937
		Categoría 5/D	91.7365	222.406	154.384	95.4621
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	30.442	56.6249	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	30.442	56.6249	n/d	n/d
		Categoría 5/D	32.712	57.5164	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	107.479	301.872	199.202	113.383
		Categoría 1.5/D	107.479	301.872	199.202	113.383
		Categoría 5/D	113.674	292.02	200.008	121.31
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	35.7461	72.8552	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	35.7461	72.8552	n/d	n/d
		Categoría 5/D	38.4889	73.6766	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	124.364	360.435	235.693	132.62
		Categoría 1.5/D	124.364	360.435	235.693	132.62
		Categoría 5/D	130.756	347.752	236.346	141.182
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	20.1555	n/d	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	20.1555	n/d	n/d	n/d
		Categoría 5/D	21.4597	n/d	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	75.1068	191.927	130.319	77.067
		Categoría 1.5/D	75.1068	191.927	130.319	77.067

		Categoría 5/D	80.4207	188.016	131.693	81.9785
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	26.0054	40.962	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	26.0054	40.962	n/d	n/d
		Categoría 5/D	27.8662	41.9163	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	93.5348	253.805	169.198	97.6085
		Categoría 1.5/D	93.5348	253.805	169.198	97.6085
		Categoría 5/D	99.4513	246.535	170.235	104.979
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	30.5537	56.9847	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	30.5537	56.9847	n/d	n/d
		Categoría 5/D	32.8338	57.8753	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	107.832	303.093	199.963	113.784
		Categoría 1.5/D	107.832	303.093	199.963	113.784
		Categoría 5/D	114.032	293.178	200.765	121.724
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	16.5931	29.7301	22.4921	10.2374
		Categoría 1.5/D	16.5931	29.7301	22.4921	10.2374
		Categoría 5/D	17.5519	29.1766	22.8451	15.3652
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	63.5841	155.265	106.91	64.5415
		Categoría 1.5/D	63.5841	155.265	106.91	64.5415
		Categoría 5/D	68.3396	153.049	108.431	70.3382
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	21.4318	41.2234	30.4749	19.9687
		Categoría 1.5/D	21.4318	41.2234	30.4749	19.9687
		Categoría 5/D	22.8588	40.6863	31.0498	21.9651
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	79.1574	205.266	138.742	81.5334
		Categoría 1.5/D	79.1574	205.266	138.742	81.5334
		Categoría 5/D	84.6317	200.652	140.048	88.2644
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	25.1951	50.4016	36.8333	24.113
		Categoría 1.5/D	25.1951	50.4016	36.8333	24.113
		Categoría 5/D	26.9798	49.9743	37.5662	26.4466
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	90.9942	245.125	163.768	94.7526
		Categoría 1.5/D	90.9942	245.125	163.768	94.7526
		Categoría 5/D	96.8455	238.333	164.852	101.817
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	12.8959	21.5233	16.6069	n/d

		Categoría 1.5/D	12.8959	21.5233	16.6069	n/d
		Categoría 5/D	13.4957	21.0516	16.7774	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	51.0214	118.061	82.6165	51.1903
		Categoría 1.5/D	51.0214	118.061	82.6165	51.1903
		Categoría 5/D	54.9816	116.99	84.1091	56.0038
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	16.6819	29.9353	22.636	10.2909
		Categoría 1.5/D	16.6819	29.9353	22.636	10.2909
		Categoría 5/D	17.6493	29.3806	22.9932	15.492
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	63.8766	156.168	107.492	64.8569
		Categoría 1.5/D	63.8766	156.168	107.492	64.8569
		Categoría 5/D	68.6483	153.917	109.011	70.6692
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	19.6282	36.8991	27.4693	17.864
		Categoría 1.5/D	19.6282	36.8991	27.4693	17.864
		Categoría 5/D	20.8816	36.3203	27.9638	19.7074
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	73.4244	186.444	126.837	75.2218
		Categoría 1.5/D	73.4244	186.444	126.837	75.2218
		Categoría 5/D	78.6664	182.815	128.248	81.6406
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.01376	13.6574	10.6745	n/d
		Categoría 1.5/D	9.01376	13.6574	10.6745	n/d
		Categoría 5/D	9.2468	13.2403	10.6243	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	36.6852	79.3241	56.6386	36.2235
		Categoría 1.5/D	36.6852	79.3241	56.6386	36.2235
		Categoría 5/D	39.5096	78.8288	57.8059	39.6945
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	11.6886	19.0003	14.7367	n/d
		Categoría 1.5/D	11.6886	19.0003	14.7367	n/d
		Categoría 5/D	12.1724	18.5483	14.8445	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	46.7141	106.016	74.6187	46.6732
		Categoría 1.5/D	46.7141	106.016	74.6187	46.6732
		Categoría 5/D	50.3567	105.192	76.0466	51.1046
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	13.7727	23.4038	17.9822	n/d
		Categoría 1.5/D	13.7727	23.4038	17.9822	n/d
		Categoría 5/D	14.4573	22.9073	18.197	n/d

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	54.0781	126.83	88.3964	54.4121
		Categoría 1.5/D	54.0781	126.83	88.3964	54.4121
		Categoría 5/D	58.2501	125.541	89.9165	59.483
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.97521	9.84344	7.53451	n/d
		Categoría 1.5/D	6.97521	9.84344	7.53451	n/d
		Categoría 5/D	7.02826	9.43103	7.2743	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	28.641	58.9727	42.7249	27.7968
		Categoría 1.5/D	28.641	58.9727	42.7249	27.7968
		Categoría 5/D	30.7463	58.5532	43.5961	30.464
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.06277	13.7522	10.7488	n/d
		Categoría 1.5/D	9.06277	13.7522	10.7488	n/d
		Categoría 5/D	9.30029	13.3349	10.7018	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	36.8756	79.8142	56.972	36.4218
		Categoría 1.5/D	36.8756	79.8142	56.972	36.4218
		Categoría 5/D	39.7165	79.3155	58.1457	39.9116
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.6909	16.9684	13.2113	n/d
		Categoría 1.5/D	10.6909	16.9684	13.2113	n/d
		Categoría 5/D	11.0799	16.5312	13.2636	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	43.057	96.0713	67.9569	42.8587
		Categoría 1.5/D	43.057	96.0713	67.9569	42.8587
		Categoría 5/D	46.4133	95.4021	69.3115	46.9469
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.88833	6.15974	4.14836	n/d
		Categoría 1.5/D	4.88833	6.15974	4.14836	n/d
		Categoría 5/D	4.8813	5.81903	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	20.1555	38.1717	28.3446	18.493
		Categoría 1.5/D	20.1555	38.1717	28.3446	18.493
		Categoría 5/D	21.4597	37.5904	28.8629	20.3709
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.31096	8.65681	6.4341	n/d
		Categoría 1.5/D	6.31096	8.65681	6.4341	n/d
		Categoría 5/D	6.30894	8.23958	6.24041	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	26.0054	52.4063	38.2137	24.9892
		Categoría 1.5/D	26.0054	52.4063	38.2137	24.9892

		Categoría 5/D	27.8662	51.9874	38.9798	27.3955
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.45811	10.7233	8.29266	n/d
		Categoría 1.5/D	7.45811	10.7233	8.29266	n/d
		Categoría 5/D	7.55248	10.3129	8.12104	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	30.5537	63.7737	46.0153	29.8161
		Categoría 1.5/D	30.5537	63.7737	46.0153	29.8161
		Categoría 5/D	32.8338	63.3453	46.9601	32.6757
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.66869	n/d	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	2.66869	n/d	n/d	n/d
		Categoría 5/D	2.66713	n/d	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	10.9825	17.5569	13.6552	n/d
		Categoría 1.5/D	10.9825	17.5569	13.6552	n/d
		Categoría 5/D	11.3991	17.1157	13.7244	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.45192	3.50309	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	3.45192	3.50309	n/d	n/d
		Categoría 5/D	3.44892	3.20235	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.2218	24.3842	18.6916	n/d
		Categoría 1.5/D	14.2218	24.3842	18.6916	n/d
		Categoría 5/D	14.9499	23.8738	18.9289	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.06221	4.70865	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	4.06221	4.70865	n/d	n/d
		Categoría 5/D	4.05771	4.3445	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	16.7439	30.079	22.7365	10.3316
		Categoría 1.5/D	16.7439	30.079	22.7365	10.3316
		Categoría 5/D	17.7173	29.5232	23.0967	15.6147
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.3308	16.2479	12.6642	n/d
		Categoría 1.5/D	10.3308	16.2479	12.6642	n/d
		Categoría 5/D	10.6859	15.8151	12.6954	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	41.7136	92.4808	65.5414	41.4558
		Categoría 1.5/D	41.7136	92.4808	65.5414	41.4558
		Categoría 5/D	44.9611	91.8573	66.8622	45.417
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	11.7029	19.0297	14.7586	n/d

		Categoría 1.5/D	11.7029	19.0297	14.7586	n/d
		Categoría 5/D	12.1881	18.5775	14.8671	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	46.7656	106.158	74.7134	46.7271
		Categoría 1.5/D	46.7656	106.158	74.7134	46.7271
		Categoría 5/D	50.4122	105.331	76.1423	51.1632
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	12.8959	21.5233	16.6069	n/d
		Categoría 1.5/D	12.8959	21.5233	16.6069	n/d
		Categoría 5/D	13.4957	21.0516	16.7774	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	51.0214	118.061	82.6165	51.1903
		Categoría 1.5/D	51.0214	118.061	82.6165	51.1903
		Categoría 5/D	54.9816	116.99	84.1091	56.0038
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.20426	10.259	7.9018	n/d
		Categoría 1.5/D	7.20426	10.259	7.9018	n/d
		Categoría 5/D	7.27679	9.84762	7.68888	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	29.5486	61.2477	44.2847	28.7566
		Categoría 1.5/D	29.5486	61.2477	44.2847	28.7566
		Categoría 5/D	31.7371	60.8245	45.1911	31.5162
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	8.17181	12.0508	9.39739	n/d
		Categoría 1.5/D	8.17181	12.0508	9.39739	n/d
		Categoría 5/D	8.32888	11.6369	9.28605	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	33.3762	70.8978	50.8895	32.7767
		Categoría 1.5/D	33.3762	70.8978	50.8895	32.7767
		Categoría 5/D	35.9101	70.4479	51.9395	35.9173
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.01376	13.6574	10.6745	n/d
		Categoría 1.5/D	9.01376	13.6574	10.6745	n/d
		Categoría 5/D	9.2468	13.2403	10.6243	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	36.6852	79.3241	56.6386	36.2235
		Categoría 1.5/D	36.6852	79.3241	56.6386	36.2235
		Categoría 5/D	39.5096	78.8288	57.8059	39.6945
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.92726	4.46187	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	3.92726	4.46187	n/d	n/d
		Categoría 5/D	3.92312	4.06462	n/d	n/d

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	16.1863	28.7974	21.8341	9.99102
		Categoría 1.5/D	16.1863	28.7974	21.8341	9.99102
		Categoría 5/D	17.1055	28.2453	22.1676	14.475
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.4414	5.38097	n/d	n/d
		Categoría 1.5/D	4.4414	5.38097	n/d	n/d
		Categoría 5/D	4.43581	5.04458	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	18.3101	33.7513	25.2939	16.2055
		Categoría 1.5/D	18.3101	33.7513	25.2939	16.2055
		Categoría 5/D	19.4358	33.1787	25.7279	17.9709
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.88833	6.15974	4.14836	n/d
		Categoría 1.5/D	4.88833	6.15974	4.14836	n/d
		Categoría 5/D	4.8813	5.81903	n/d	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	20.1555	38.1717	28.3446	18.493
		Categoría 1.5/D	20.1555	38.1717	28.3446	18.493
		Categoría 5/D	21.4597	37.5904	28.8629	20.3709
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	13.1276	21.7399	17.1097	12.6424
		Categoría 1.5/D	13.1276	21.7399	17.1097	12.6424
		Categoría 5/D	13.7497	21.1927	17.2418	13.4802
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	26.8768	61.7401	42.4605	24.6569
		Categoría 1.5/D	26.8768	61.7401	42.4605	24.6569
		Categoría 5/D	30.6753	58.2959	42.9783	32.4702
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	14.8594	25.5104	19.8071	14.4345
		Categoría 1.5/D	14.8594	25.5104	19.8071	14.4345
		Categoría 5/D	15.6495	24.9437	20.0202	15.4435
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	30.4599	68.6597	47.8443	28.9578
		Categoría 1.5/D	30.4599	68.6597	47.8443	28.9578
		Categoría 5/D	34.1243	66.888	49.1828	34.586
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	16.3646	28.8983	22.2	15.9892
		Categoría 1.5/D	16.3646	28.8983	22.2	15.9892
		Categoría 5/D	17.3011	28.326	22.4819	17.15
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	33.5981	74.4484	52.4413	32.6922
		Categoría 1.5/D	33.5981	74.4484	52.4413	32.6922

			Categoría 5/D	37.1397	73.3272	53.9257	37.5898
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm BP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.31503	10.6356	8.62586	2.89358
			Categoría 1.5/D	7.31503	10.6356	8.62586	2.89358
			Categoría 5/D	7.87918	10.5378	8.99026	3.66859
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	17.7007	21.0745	19.4338	18.704
			Categoría 1.5/D	17.7007	21.0745	19.4338	18.704
			Categoría 5/D	24.2319	27.1375	25.7512	25.2319
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm OP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.2004	15.752	12.7167	9.52918
			Categoría 1.5/D	10.2004	15.752	12.7167	9.52918
			Categoría 5/D	10.5433	15.2671	12.7079	10.1129
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	22.2434	48.8863	33.7787	18.7825
			Categoría 1.5/D	22.2434	48.8863	33.7787	18.7825
			Categoría 5/D	27.4486	34.9648	30.9304	28.5827
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm AP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	13.1276	21.7399	17.1097	12.6424
			Categoría 1.5/D	13.1276	21.7399	17.1097	12.6424
			Categoría 5/D	13.7497	21.1927	17.2418	13.4802
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	26.8768	61.7401	42.4605	24.6569
			Categoría 1.5/D	26.8768	61.7401	42.4605	24.6569
			Categoría 5/D	30.6753	58.2959	42.9783	32.4702
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm BP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.00341	8.30683	6.85904	2.51851
			Categoría 1.5/D	6.00341	8.30683	6.85904	2.51851
			Categoría 5/D	6.38559	8.19811	7.09674	2.86652
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.534	16.6006	15.6151	15.534
			Categoría 1.5/D	14.534	16.6006	15.6151	15.534
			Categoría 5/D	19.263	21.0512	20.263	20.263
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm OP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	8.36836	12.2398	10.0769	7.04109
			Categoría 1.5/D	8.36836	12.2398	10.0769	7.04109
			Categoría 5/D	8.54299	11.7854	9.98739	7.51651
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	17.8115	36.4061	25.7087	13.8189
			Categoría 1.5/D	17.8115	36.4061	25.7087	13.8189
			Categoría 5/D	22.8166	26.8564	24.9476	23.8166
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm AP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.7848	16.9091	13.5752	10.1899

		Categoría 1.5/D	10.7848	16.9091	13.5752	10.1899
		Categoría 5/D	11.1827	16.4083	13.5949	10.7973
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	21.4747	46.9299	32.659	18.8236
		Categoría 1.5/D	21.4747	46.9299	32.659	18.8236
		Categoría 5/D	25.0086	43.2999	33.2273	26.3757
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.29494	5.50703	4.67673	n/d
		Categoría 1.5/D	4.29494	5.50703	4.67673	n/d
		Categoría 5/D	4.4477	5.36293	4.74459	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	10.5133	11.5133	11.5133	11.5133
		Categoría 1.5/D	10.5133	11.5133	11.5133	11.5133
		Categoría 5/D	13.0913	14.0913	14.0913	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.99274	8.05311	6.84863	3.1282
		Categoría 1.5/D	5.99274	8.05311	6.84863	3.1282
		Categoría 5/D	5.98137	7.64564	6.66854	3.23526
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	12.3098	21.5948	16.037	6.30332
		Categoría 1.5/D	12.3098	21.5948	16.037	6.30332
		Categoría 5/D	16.8816	18.6119	17.8816	17.8816
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 110mm\MPB PE 110mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.73378	11.0779	9.1903	5.61455
		Categoría 1.5/D	7.73378	11.0779	9.1903	5.61455
		Categoría 5/D	7.85216	10.6317	9.07213	5.9219
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	14.7357	29.1516	20.7837	10.406
		Categoría 1.5/D	14.7357	29.1516	20.7837	10.406
		Categoría 5/D	17.8938	25.6049	21.8233	18.9534
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.5836	4.42786	3.80224	n/d
		Categoría 1.5/D	3.5836	4.42786	3.80224	n/d
		Categoría 5/D	3.64631	4.26526	3.80366	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.87356	9.87356	9.87356	n/d
		Categoría 1.5/D	8.87356	9.87356	9.87356	n/d
		Categoría 5/D	10.6406	11.6406	11.6406	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	5.03567	6.48736	5.60658	2.85374
		Categoría 1.5/D	5.03567	6.48736	5.60658	2.85374
		Categoría 5/D	5.02812	6.17413	5.47061	2.9256

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	10.128	16.1433	12.4116	3.86612
		Categoría 1.5/D	10.128	16.1433	12.4116	3.86612
		Categoría 5/D	14.2707	15.3605	15.2707	15.2707
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	6.46322	8.8448	7.46883	3.5058
		Categoría 1.5/D	6.46322	8.8448	7.46883	3.5058
		Categoría 5/D	6.47362	8.41559	7.29228	3.62282
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	12.0508	22.4433	16.2426	6.30374
		Categoría 1.5/D	12.0508	22.4433	16.2426	6.30374
		Categoría 5/D	15.0386	19.6374	17.4521	16.0386
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.60906	3.03982	2.61747	n/d
		Categoría 1.5/D	2.60906	3.03982	2.61747	n/d
		Categoría 5/D	2.60334	1.77256	1.77256	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	6.61269	7.61269	7.61269	n/d
		Categoría 1.5/D	6.61269	7.61269	7.61269	n/d
		Categoría 5/D	7.35675	8.35675	8.35675	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.69163	4.45726	3.95561	n/d
		Categoría 1.5/D	3.69163	4.45726	3.95561	n/d
		Categoría 5/D	3.68808	4.26512	3.86751	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	7.21165	9.48993	7.89519	2.32498
		Categoría 1.5/D	7.21165	9.48993	7.89519	2.32498
		Categoría 5/D	9.87599	10.876	10.876	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	4.7365	6.01799	5.23262	2.76979
		Categoría 1.5/D	4.7365	6.01799	5.23262	2.76979
		Categoría 5/D	4.72998	5.73469	5.10508	2.82937
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	8.44545	13.9978	10.4499	2.49053
		Categoría 1.5/D	8.44545	13.9978	10.4499	2.49053
		Categoría 5/D	11.1327	12.253	12.1327	12.1327
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	1.75748	1.92503	1.73567	n/d
		Categoría 1.5/D	1.75748	1.92503	1.73567	n/d
		Categoría 5/D	1.75527	1.84943	1.67468	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.59262	5.59262	5.59262	n/d
		Categoría 1.5/D	4.59262	5.59262	5.59262	n/d

		Categoría 5/D	4.59262	5.59262	5.59262	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.47968	2.80475	2.55747	n/d
		Categoría 1.5/D	2.47968	2.80475	2.55747	n/d
		Categoría 5/D	2.4784	2.69945	2.48266	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	4.77315	4.9428	4.72589	n/d
		Categoría 1.5/D	4.77315	4.9428	4.72589	n/d
		Categoría 5/D	6.17344	7.17344	7.17344	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.18728	3.74874	3.36156	n/d
		Categoría 1.5/D	3.18728	3.74874	3.36156	n/d
		Categoría 5/D	3.18482	3.59442	3.29229	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.40455	7.6722	6.0038	n/d
		Categoría 1.5/D	5.40455	7.6722	6.0038	n/d
		Categoría 5/D	7.26794	8.26794	8.26794	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.5878	17.0106	13.3277	6.96637
		Categoría 1.5/D	10.5878	17.0106	13.3277	6.96637
		Categoría 5/D	11.609	16.8713	13.9732	10.8283
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	26.2218	40.5966	31.7034	21.0783
		Categoría 1.5/D	26.2218	40.5966	31.7034	21.0783
		Categoría 5/D	37.3252	44.3295	41.0354	38.501
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	14.7803	25.3352	19.6826	14.3526
		Categoría 1.5/D	14.7803	25.3352	19.6826	14.3526
		Categoría 5/D	15.5627	24.769	19.8921	15.3537
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	33.9251	82.4979	55.4331	30.648
		Categoría 1.5/D	33.9251	82.4979	55.4331	30.648
		Categoría 5/D	39.3174	64.7736	47.4479	41.7358
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	18.977	34.9686	26.4404	18.6914
		Categoría 1.5/D	18.977	34.9686	26.4404	18.6914
		Categoría 5/D	20.1673	34.3993	26.8386	20.1161
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	41.0185	101.654	68.7017	39.6268
		Categoría 1.5/D	41.0185	101.654	68.7017	39.6268
		Categoría 5/D	45.4032	98.0891	69.2511	47.8484
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	9.02683	13.8796	11.0416	4.57914

		Categoría 1.5/D	9.02683	13.8796	11.0416	4.57914
		Categoría 5/D	9.83044	13.7722	11.5543	7.15889
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	22.0457	30.3302	25.4861	19.8361
		Categoría 1.5/D	22.0457	30.3302	25.4861	19.8361
		Categoría 5/D	30.9684	35.7864	33.5059	31.9684
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	12.5945	20.6119	16.2931	12.0882
		Categoría 1.5/D	12.5945	20.6119	16.2931	12.0882
		Categoría 5/D	13.1653	20.0748	16.4	12.8688
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	28.253	66.1066	44.8806	24.9628
		Categoría 1.5/D	28.253	66.1066	44.8806	24.9628
		Categoría 5/D	33.5968	49.4206	39.3601	35.5492
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	16.1863	28.4923	21.9144	15.8053
		Categoría 1.5/D	16.1863	28.4923	21.9144	15.8053
		Categoría 5/D	17.1055	27.9204	22.1883	16.9482
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	34.1687	82.1442	55.9026	32.4144
		Categoría 1.5/D	34.1687	82.1442	55.9026	32.4144
		Categoría 5/D	38.286	78.7595	56.4316	40.4508
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	7.41821	10.8247	8.76808	2.9235
		Categoría 1.5/D	7.41821	10.8247	8.76808	2.9235
		Categoría 5/D	7.99678	10.7273	9.14223	3.82322
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	17.9548	21.4847	19.7248	18.4093
		Categoría 1.5/D	17.9548	21.4847	19.7248	18.4093
		Categoría 5/D	24.6304	27.6366	26.2048	25.6304
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	10.3446	16.0356	12.928	9.71697
		Categoría 1.5/D	10.3446	16.0356	12.928	9.71697
		Categoría 5/D	10.701	15.5481	12.9258	10.2866
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	22.5988	49.8975	34.4314	19.1577
		Categoría 1.5/D	22.5988	49.8975	34.4314	19.1577
		Categoría 5/D	27.8159	35.7374	31.4189	28.9941
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	13.3119	22.1339	17.3937	12.8339
		Categoría 1.5/D	13.3119	22.1339	17.3937	12.8339
		Categoría 5/D	13.9519	21.5836	17.5345	13.6852

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	27.3091	62.938	43.2513	25.1165
		Categoría 1.5/D	27.3091	62.938	43.2513	25.1165
		Categoría 5/D	31.1276	59.5042	43.7683	32.9499
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	2.16433	2.44446	2.15361	n/d
		Categoría 1.5/D	2.16433	2.44446	2.15361	n/d
		Categoría 5/D	2.16065	2.33696	2.12904	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.56396	6.56396	6.56396	n/d
		Categoría 1.5/D	5.56396	6.56396	6.56396	n/d
		Categoría 5/D	5.88569	6.88569	6.88569	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.05839	3.57161	3.21387	n/d
		Categoría 1.5/D	3.05839	3.57161	3.21387	n/d
		Categoría 5/D	3.05618	3.42651	3.14534	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	5.91086	6.8573	6.00867	n/d
		Categoría 1.5/D	5.91086	6.8573	6.00867	n/d
		Categoría 5/D	7.90601	8.90601	8.90601	n/d
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	3.92726	4.79664	4.23872	n/d
		Categoría 1.5/D	3.92726	4.79664	4.23872	n/d
		Categoría 5/D	3.92312	4.58831	4.14112	n/d
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	6.82768	10.5142	8.01994	2.13702
		Categoría 1.5/D	6.82768	10.5142	8.01994	2.13702
		Categoría 5/D	9.30513	10.3051	10.3051	n/d

Resultados de la Explosión Retardada
Distancia a favor del viento hasta sobrepresiones definidas
Las sobrepresiones notificadas se definen en los parámetros de explosión

Ruta	Escenario	Climas	Distancia a favor del viento hasta sobrepresión 1 (0.5 psi) [m]	Distancia a favor del viento hasta sobrepresión 2 (1 psi) [m]	Distancia a favor del viento hasta sobrepresión 3 (3 psi) [m]
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	123.394	102.506	85.8499
		Categoría 1.5/D	123.077	102.313	85.7558
		Categoría 5/D	109.652	90.228	74.739
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	740.168	591.444	546.186
		Categoría 1.5/D	719.192	578.674	530.545
		Categoría 5/D	773.919	642.489	613.889
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	160.69	133.036	110.984
		Categoría 1.5/D	160.758	133.077	111.004
		Categoría 5/D	146.342	120.389	99.6934
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	925.377	740.219	708.101
		Categoría 1.5/D	902.846	714.984	639.864
		Categoría 5/D	957.651	810.513	779.514
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 24in\APA AC 24in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	195.167	161.849	135.281
		Categoría 1.5/D	195.232	161.889	135.301
		Categoría 5/D	169.666	138.5	113.649
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	1061.32	872.431	828.139
		Categoría 1.5/D	1037.99	823.603	795.911
		Categoría 5/D	1100.28	939.791	897.763
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	75.6987	61.7332	50.597
		Categoría 1.5/D	75.3891	61.5448	50.5051
		Categoría 5/D	73.2643	60.2512	49.8744
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	674.32	574.829	495.494
		Categoría 1.5/D	633.932	542.417	469.442
		Categoría 5/D	679.956	589.996	518.261
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	107.749	89.0691	74.1739
		Categoría 1.5/D	107.35	88.8266	74.0557
		Categoría 5/D	94.6479	77.1814	63.2535
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	885.184	750.147	659.892

		Categoría 1.5/D	856.249	732.531	637.586
		Categoría 5/D	943.808	821.045	723.153
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 16in\APA AC 16in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	127.304	104.887	87.0105
		Categoría 1.5/D	126.938	104.664	86.9018
		Categoría 5/D	113.626	92.6474	75.9187
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	1012.35	851.037	782.621
		Categoría 1.5/D	979.798	827.307	734.31
		Categoría 5/D	1121.77	972.421	897.381
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	57.0151	46.4467	38.0193
		Categoría 1.5/D	56.6434	46.2204	37.909
		Categoría 5/D	55.18	45.3294	37.4746
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	508.458	434.733	375.943
		Categoría 1.5/D	470.967	404.084	350.751
		Categoría 5/D	509.438	443.153	390.297
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	75.9652	61.8954	50.6761
		Categoría 1.5/D	75.636	61.695	50.5784
		Categoría 5/D	73.4415	60.359	49.927
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	697.028	596.477	516.298
		Categoría 1.5/D	655.129	563.145	489.797
		Categoría 5/D	712.497	621.543	549.016
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 12in\APA AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	93.2532	76.3324	62.8395
		Categoría 1.5/D	92.9436	76.1439	62.7476
		Categoría 5/D	90.1792	74.4609	61.927
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	883.049	760.583	662.927
		Categoría 1.5/D	815.66	703.908	614.797
		Categoría 5/D	914.488	803.195	714.449
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	52.5686	43.7397	36.6994
		Categoría 1.5/D	52.2231	43.5294	36.5968
		Categoría 5/D	41.0319	32.8042	26.2432
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	414.072	353.798	305.736
		Categoría 1.5/D	390.907	335.784	291.828
		Categoría 5/D	418.073	364.058	320.986

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	70.0214	58.2769	48.9117
		Categoría 1.5/D	69.7011	58.0819	48.8166
		Categoría 5/D	57.9533	47.0178	38.2978
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	580.427	498.107	432.464
		Categoría 1.5/D	543.623	467.877	407.476
		Categoría 5/D	589.862	515.587	456.36
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 10in\APA AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	76.1553	62.0112	50.7326
		Categoría 1.5/D	75.8168	61.8051	50.6321
		Categoría 5/D	73.5941	60.4519	49.9722
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	728.301	627.252	546.675
		Categoría 1.5/D	675.831	583.573	510.005
		Categoría 5/D	753.965	662.437	589.452
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	38.324	31.1556	25.4394
		Categoría 1.5/D	37.6835	30.7656	25.2493
		Categoría 5/D	36.1297	29.8197	24.788
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	331.2	283.786	245.978
		Categoría 1.5/D	300.637	257.356	222.842
		Categoría 5/D	328.912	286.305	252.33
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	65.7293	55.6639	47.6376
		Categoría 1.5/D	64.5771	54.9624	47.2956
		Categoría 5/D	62.557	53.7326	46.6959
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	457.028	391.686	339.582
		Categoría 1.5/D	421.929	362.494	315.099
		Categoría 5/D	470.267	411.482	364.606
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 8in\APA AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	82.683	69.8973	59.7018
		Categoría 1.5/D	80.9036	68.814	59.1736
		Categoría 5/D	78.632	67.431	58.4993
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	573.124	493.661	430.296
		Categoría 1.5/D	536.285	463.41	405.298
		Categoría 5/D	593.246	521.559	464.396
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	23.5788	18.2667	14.0308

		Categoría 1.5/D	23.1083	17.9803	13.8911
		Categoría 5/D	22.0604	17.3423	13.5801
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	238.072	203.618	176.144
		Categoría 1.5/D	220.838	189.214	163.997
		Categoría 5/D	239.031	208.114	183.46
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	38.4368	31.2243	25.4729
		Categoría 1.5/D	37.7915	30.8314	25.2813
		Categoría 5/D	36.2269	29.8788	24.8169
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	331.943	284.238	246.198
		Categoría 1.5/D	311.528	267.898	233.107
		Categoría 5/D	339.649	296.754	262.549
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 6in\APA AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	52.9326	43.9613	36.8075
		Categoría 1.5/D	51.9338	43.3532	36.5109
		Categoría 5/D	50.0299	42.1941	35.9458
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	418.534	360.427	314.092
		Categoría 1.5/D	386.554	333.134	290.536
		Categoría 5/D	433.958	381.553	339.765
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	19.0681	15.5206	12.6918
		Categoría 1.5/D	18.7153	15.3059	12.5871
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	145.067	123.525	106.346
		Categoría 1.5/D	131.499	111.352	95.2872
		Categoría 5/D	139.341	120.039	104.647
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	22.1293	17.3843	13.6005
		Categoría 1.5/D	21.6768	17.1088	13.4662
		Categoría 5/D	20.7616	16.5516	13.1945
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	207.047	176.906	152.871
		Categoría 1.5/D	191.53	163.547	141.233
		Categoría 5/D	209.546	182.34	160.645
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 4in\APA AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	34.6926	28.9448	24.3614
		Categoría 1.5/D	34.1491	28.6139	24.2001
		Categoría 5/D	22.919	17.865	13.8349

	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	265.661	228.238	198.396
		Categoría 1.5/D	247.485	213.26	185.969
		Categoría 5/D	265.405	231.994	205.352
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	99.1658	83.8439	71.6262
		Categoría 1.5/D	96.9455	82.4923	70.9671
		Categoría 5/D	94.4118	80.9498	70.215
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	19.1354	15.5616	12.7118
		Categoría 1.5/D	18.7783	15.3442	12.6058
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	145.408	123.732	106.447
		Categoría 1.5/D	141.864	121.575	105.396
		Categoría 5/D	139.742	120.283	104.766
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 3in\APA AC 3in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	21.0276	16.7135	13.2735
		Categoría 1.5/D	20.6089	16.4587	13.1492
		Categoría 5/D	19.791	15.9607	12.9064
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	188.821	161.898	140.429
		Categoría 1.5/D	173.665	148.759	128.899
		Categoría 5/D	181.667	157.543	138.306
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	53.7621	44.4663	37.0537
		Categoría 1.5/D	52.7597	43.856	36.7561
		Categoría 5/D	50.7691	42.6441	36.1652
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	84.102	70.7612	60.123
		Categoría 1.5/D	82.2834	69.654	59.5832
		Categoría 5/D	79.8738	68.1871	58.8679
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 2in\APA AC 2in AP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	112.864	96.0955	82.724
		Categoría 1.5/D	110.122	94.426	81.91
		Categoría 5/D	108.085	93.1861	81.3054
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	21.3536	16.912	13.3703
		Categoría 1.5/D	20.9308	16.6546	13.2447
		Categoría 5/D	20.0902	16.1429	12.9952
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	35.2542	29.2867	24.5281

		Categoría 1.5/D	34.7059	28.9529	24.3654
		Categoría 5/D	23.3842	18.1482	13.973
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\APA AC 1in\APA AC 1in AP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	48.5095	41.2685	35.4945
		Categoría 1.5/D	37.8676	30.8777	25.3039
		Categoría 5/D	36.2938	29.9196	24.8367
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	20.5719	16.4361	13.1382
		Categoría 1.5/D	20.1655	16.1887	13.0176
		Categoría 5/D	19.3751	15.7075	12.783
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	175.655	149.971	129.489
		Categoría 1.5/D	161.203	137.26	118.168
		Categoría 5/D	169.177	146.027	127.566
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	22.1416	17.3918	13.6042
		Categoría 1.5/D	21.69	17.1168	13.4701
		Categoría 5/D	20.7736	16.5589	13.1981
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	207.183	176.989	152.912
		Categoría 1.5/D	191.648	163.619	141.269
		Categoría 5/D	209.622	182.386	160.667
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 6in\MPC AC 6in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	23.5788	18.2667	14.0308
		Categoría 1.5/D	23.1083	17.9803	13.8911
		Categoría 5/D	22.0604	17.3423	13.5801
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	238.072	203.618	176.144
		Categoría 1.5/D	220.838	189.214	163.997
		Categoría 5/D	239.031	208.114	183.46
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	110.752	94.8095	82.097
		Categoría 1.5/D	98.4803	83.4267	71.4227
		Categoría 5/D	96.2385	82.0618	70.7572
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	18.1565	14.9656	12.4212
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	128.156	109.317	94.2947
		Categoría 1.5/D	115.364	97.6174	83.4661
		Categoría 5/D	123.248	106.329	92.838
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	19.0681	15.5206	12.6918

		Categoría 1.5/D	18.7153	15.3059	12.5871
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 4in\MPC AC 4in AP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	145.067	123.525	106.346
		Categoría 1.5/D	131.499	111.352	95.2872
		Categoría 5/D	139.341	120.039	104.647
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	37.8209	30.8493	25.2901
		Categoría 1.5/D	37.1791	30.4586	25.0995
		Categoría 5/D	35.6562	29.5314	24.6475
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	50.8561	42.6971	36.191
		Categoría 1.5/D	50.0642	42.215	35.956
		Categoría 5/D	48.2688	41.122	35.423
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC AC 2in\MPC AC 2in AP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	53.7621	44.4663	37.0537
		Categoría 1.5/D	52.7597	43.856	36.7561
		Categoría 5/D	50.7691	42.6441	36.1652
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	101.297	81.2294	65.2273
		Categoría 1.5/D	75.3209	65.4152	57.5164
		Categoría 5/D	76.02	65.8409	57.7239
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	128.632	97.8707	73.3415
		Categoría 1.5/D	129.598	102.371	80.6599
		Categoría 5/D	175.723	150.012	129.51
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	118.3	95.493	77.3062
		Categoría 1.5/D	89.2128	77.7846	68.6717
		Categoría 5/D	89.9813	78.2525	68.8998
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	149.273	114.349	86.5004
		Categoría 1.5/D	156.021	126.281	102.566
		Categoría 5/D	192.353	166.533	147.813
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPC PE 200mm\MPC PE 200mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	133.938	108.925	88.9798
		Categoría 1.5/D	102.554	89.8189	79.6636
		Categoría 5/D	103.569	90.4366	79.9648
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	163.982	127.216	97.8982
		Categoría 1.5/D	172.482	144.127	121.516
		Categoría 5/D	206.119	178.917	158.975

SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm BP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	45.4084	35.4685	27.5424
			Categoría 1.5/D	34.302	28.707	24.2455
			Categoría 5/D	34.5346	28.8486	24.3145
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	42.0838	29.5325	19.5239
			Categoría 1.5/D	57.8994	43.073	31.2503
			Categoría 5/D	93.0221	76.1917	62.7709
SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm OP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	79.1853	63.8558	51.632
			Categoría 1.5/D	59.007	51.5714	45.6422
			Categoría 5/D	59.6562	51.9666	45.8348
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	90.5695	66.8744	47.9798
			Categoría 1.5/D	96.5576	74.432	56.7889
			Categoría 5/D	141.138	117.221	98.1486
SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 200mm\MPB PE 200mm AP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	101.297	81.2294	65.2273
			Categoría 1.5/D	75.3209	65.4152	57.5164
			Categoría 5/D	76.02	65.8409	57.7239
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	128.632	97.8707	73.3415
			Categoría 1.5/D	129.598	102.371	80.6599
			Categoría 5/D	175.723	150.012	129.51
SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm BP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	28.8409	21.4702	15.5928
			Categoría 1.5/D	31.4039	26.9427	23.3852
			Categoría 5/D	31.6483	27.0914	23.4577
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	40.0679	28.3052	18.9255
			Categoría 1.5/D	34.3803	24.8426	17.2372
			Categoría 5/D	73.2169	60.2223	49.8603
SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm OP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	62.3147	49.6731	39.5925
			Categoría 1.5/D	45.201	39.2543	34.5123
			Categoría 5/D	45.684	39.5484	34.6557
		FUGA 100%	Categoría 1.5/F	67.0814	48.6629	33.9759
			Categoría 1.5/D	75.4062	57.6431	43.4786
			Categoría 5/D	107.89	89.1549	74.2158
SLP\ESCENARIOS_SISTGN\RDGN SLP\MPB 160mm\MPB PE 160mm AP	DIST PE	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	82.1032	65.6323	52.4981

		Categoría 1.5/D	60.3077	52.3633	46.0283
		Categoría 5/D	60.8922	52.7191	46.2018
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	91.4616	67.4176	48.2446
		Categoría 1.5/D	105.789	83.9641	66.5607
		Categoría 5/D	137.073	114.746	96.942
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 110mm\MPB PE 110mm BP	DIST PE Fuga 20%	Categoría 1.5/F	24.8925	19.0665	14.4208
		Categoría 1.5/D	17.8467	14.777	12.3293
		Categoría 5/D	18.0173	14.8809	12.3799
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 110mm\MPB PE 110mm BP	DIST PE FUGA 100%	Categoría 1.5/D	45.926	35.7836	27.696
		Categoría 5/D	41.5602	33.1258	26.4
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 110mm\MPB PE 110mm OP	DIST PE Fuga 20%	Categoría 1.5/F	42.9431	33.9677	26.8106
		Categoría 1.5/D	30.4841	26.3827	23.1122
		Categoría 5/D	30.7889	26.5683	23.2026
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	38.137	27.1297	18.3524
		Categoría 1.5/D	75.6704	61.716	50.5886
		Categoría 5/D	71.3267	59.0716	49.2992
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB 110mm\MPB PE 110mm AP	DIST PE Fuga 20%	Categoría 1.5/F	60.0244	48.2787	38.9126
		Categoría 1.5/D	43.933	38.4823	34.1359
		Categoría 5/D	44.3891	38.76	34.2713
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	61.3619	45.181	32.2781
		Categoría 1.5/D	90.9805	74.9488	62.1649
		Categoría 5/D	87.9073	73.0778	61.2526
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm BP	DIST Fuga 20%	Categoría 1.5/F	22.556	17.644	13.7272
		Categoría 1.5/D	16.4233	13.9105	11.9067
		Categoría 5/D	16.5866	14.0099	11.9552
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm BP	DIST FUGA 100%	Categoría 1.5/D	40.9251	32.7391	26.2115
		Categoría 5/D	37.091	30.4049	25.0734
SLP\ESCENARIOS_SIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm OP	DIST Fuga 20%	Categoría 1.5/F	39.0887	31.6211	25.6664
		Categoría 1.5/D	28.5534	25.2073	22.5391
		Categoría 5/D	28.8472	25.3861	22.6262
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	35.1659	25.3209	17.4704

		Categoría 1.5/D	58.9447	47.6214	38.5921
		Categoría 5/D	55.039	45.2436	37.4327
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 90mm\MPB PE 90mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	45.0017	35.2209	27.4216
		Categoría 1.5/D	31.3454	26.907	23.3678
		Categoría 5/D	31.7738	27.1678	23.495
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	37.1879	26.5519	18.0706
		Categoría 1.5/D	73.2924	60.2683	49.8827
		Categoría 5/D	70.1697	58.3672	48.9557
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/D	14.4914	12.7343	11.3333
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/D	24.1431	18.6103	14.1983
		Categoría 5/D	21.0356	16.7184	13.2759
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	23.4928	18.2144	14.0053
		Categoría 1.5/D	15.9774	13.639	11.7744
		Categoría 5/D	16.1738	13.7586	11.8327
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/D	39.821	32.0669	25.8838
		Categoría 5/D	36.6118	30.1132	24.9312
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 63mm\MPB PE 63mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	38.0303	30.9767	25.3522
		Categoría 1.5/D	17.9705	14.8524	12.366
		Categoría 5/D	18.2143	15.0008	12.4384
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	32.7684	23.8613	16.7587
		Categoría 1.5/D	52.9975	44.0008	36.8267
		Categoría 5/D	50.2627	42.3358	36.0149
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	18.9862	15.4708	12.6675
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	24.1337	18.6046	14.1955
		Categoría 1.5/D	22.091	17.361	13.5892
		Categoría 5/D	19.6779	15.8919	12.8728
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB PE 40mm\MPB PE 40mm AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	21.6624	17.1	13.4619
		Categoría 1.5/D	15.0532	13.0763	11.5
		Categoría 5/D	15.2137	13.1741	11.5477
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	27.5012	20.6547	15.1952

		Categoría 1.5/D	23.5872	18.2718	14.0333
		Categoría 5/D	21.6762	17.1084	13.466
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	55.4802	41.6002	30.5321
		Categoría 1.5/D	61.7147	53.2198	46.4459
		Categoría 5/D	61.9004	53.3329	46.501
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	78.4563	55.588	37.3525
		Categoría 1.5/D	88.7152	65.7456	47.4293
		Categoría 5/D	110.8	93.2692	86.47
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	117.318	94.8949	77.0145
		Categoría 1.5/D	89.0396	77.6792	68.6203
		Categoría 5/D	89.8392	78.166	68.8576
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	119.541	88.4241	63.6113
		Categoría 1.5/D	130.41	98.953	77.0029
		Categoría 5/D	148.918	133.151	126.412
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 12in\MPB AC 12in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	146.976	120.774	99.8814
		Categoría 1.5/D	118.555	103.472	91.4448
		Categoría 5/D	119.698	104.168	91.7843
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	154.248	113.532	86.1019
		Categoría 1.5/D	161.818	126.322	105.77
		Categoría 5/D	181.689	161.598	153.155
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	51.0686	38.9144	29.2226
		Categoría 1.5/D	48.083	41.0089	35.3679
		Categoría 5/D	48.3118	41.1481	35.4358
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	70.8631	50.9652	35.0985
		Categoría 1.5/D	78.5579	59.5619	44.4142
		Categoría 5/D	110.558	93.5904	81.5026
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	98.8547	79.7425	64.5023
		Categoría 1.5/D	74.226	64.7487	57.1914
		Categoría 5/D	74.923	65.173	57.3983
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	109.42	82.2625	60.607
		Categoría 1.5/D	122.199	93.9547	71.4321
		Categoría 5/D	144.611	122.373	116.033

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 10in\MPB AC 10in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	133.026	108.37	88.7091
		Categoría 1.5/D	102.139	89.5661	79.5403
		Categoría 5/D	103.124	90.1659	79.8328
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	144.468	107.512	80.2196
		Categoría 1.5/D	152.677	120.333	97.4889
		Categoría 5/D	174.214	153.511	146.588
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in BP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	45.7603	35.6827	27.6468
		Categoría 1.5/D	44.5116	38.8346	34.3077
		Categoría 5/D	34.7461	28.9774	24.3773
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	60.5497	44.6865	32.037
		Categoría 1.5/D	58.5314	43.4578	31.4379
		Categoría 5/D	93.8172	76.6757	63.0069
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	79.8461	64.2581	51.8281
		Categoría 1.5/D	59.3509	51.7807	45.7442
		Categoría 5/D	59.9735	52.1598	45.929
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	91.3515	67.3506	48.2119
		Categoría 1.5/D	97.6275	75.0833	57.1065
		Categoría 5/D	142.123	117.82	98.441
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 8in\MPB AC 8in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	102.007	81.6614	65.4379
		Categoría 1.5/D	85.6673	75.6261	67.6192
		Categoría 5/D	76.4771	66.1191	57.8596
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	129.749	98.5508	73.6731
		Categoría 1.5/D	131.118	103.296	81.1111
		Categoría 5/D	174.855	149.484	129.252
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in BP	FUGA 100%	Categoría 1.5/D	21.2562	16.8528	13.3414
		Categoría 5/D	18.6078	15.2404	12.5552
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in OP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	21.2245	16.8334	13.3319
		Categoría 1.5/D	14.8154	12.9316	11.4294
		Categoría 5/D	14.9797	13.0316	11.4782
SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in OP	FUGA 100%	Categoría 1.5/D	24.9109	19.0777	14.4262
		Categoría 5/D	22.3819	17.5381	13.6755

SLP\ESCENARIOS_SIST DIST GN\RDGN SLP\MPB AC 2in\MPB AC 2in AP	Fuga 20%	Categoría 1.5/F	24.2821	18.6949	14.2396
		Categoría 1.5/D	16.4161	13.9061	11.9046
		Categoría 5/D	16.627	14.0345	11.9672
	FUGA 100%	Categoría 1.5/F	29.2434	21.7153	15.7123
		Categoría 1.5/D	38.3617	31.1785	25.4506
		Categoría 5/D	35.8797	29.6675	24.7138

IV.3. Conclusiones

Todos estos sistemas son vigilados de manera remota las 24 horas del día, los 365 días del año, a través del sistema SCADA, implementado en City Gates, ERM distritales y ERM industriales de ubicación estratégica. Esta vigilancia continua se realiza a través del Centro de Control de Distribución (CCD) quienes se encargan de supervisar los diferentes parámetros de operación de los sistemas de distribución y, en caso de detectar alguna desviación o, incluso, alguna emergencia declarada en estos sistemas, el CCD manda una alerta en tiempo real al Centro de Atención a Urgencias quienes también operan las 24 horas del día, los 365 días del año, para gestionar la respuesta en caso de fuga de gas natural y mandar al personal operativo requerido para su atención inmediata, dependiendo de la clasificación de la fuga.

Adicionalmente, no se omite mencionar que los sistemas de distribución contarán con personal operativo altamente capacitado para implementar diferentes programas de inspección, supervisión, vigilancia y mantenimiento de los sistemas de distribución. Estos programas abarcan los siguientes componentes:

City Gate's y ERM

Válvulas de seccionamiento y venteos

Sistemas de protección catódica

Sistemas de protección contra energía estática y descargas atmosféricas

Líneas de tubería y celaje en zonas de distribución

Acometidas en usuarios finales

Hitos de señalización

Estas rutinas de inspección se realizarán con forme a programas calendarizados y si registrados en bitácoras y registros de supervisión y mantenimiento.

Ahora bien, el segundo hito importante desde el punto de vista de riesgos ambientales asociados al PROYECTO, en el cierre, desmantelamiento y abandono, cuya principal actividad es la despresurización e inertización del ducto. En este punto, las instalaciones ya no se encontrarán presurizadas con el gas natural, motivo por el cual, no se vislumbra l ocurrencia de un posible escenario de riesgo con gas natural en este punto del proyecto.

Con base en lo anteriormente descrito, a todas luces se aprecia que el PROYECTO ya cuenta con diversas salvaguardas para evitar de manera efectiva la ocurrencia de un escenario de riesgo ambiental, haciendo que estos tengan una baja probabilidad de ocurrencia y, en el remoto caso de que ocurran, se cuenta también con diversos mecanismos de respuesta para controlar dicha emergencia de manera oportuna, minimizando los efectos sobre las personas, las edificaciones e infraestructura y el ambiente en general.

CONTENIDO GENERAL

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

V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

La representación de los escenarios potenciales de afectación en **Diagramas de Pétalos** correspondientes al PROYECTO que se presenta, se llevó a cabo en ortofotos de diferentes puntos de interés por la ubicación de centros de concentración masiva de personas en los sitios por donde se tiene proyectada la red de distribución, o por la ubicación de instalaciones que, ante una posible fuga de gas natural, pudieran producir una concatenación de eventos.

Los Diagramas de Pétalos elaborados con la representación de los radios potenciales de afectación, se incluyen en el ANEXO 6.2 del presente ARSH.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIAGRAMAS DE PÉTALOS

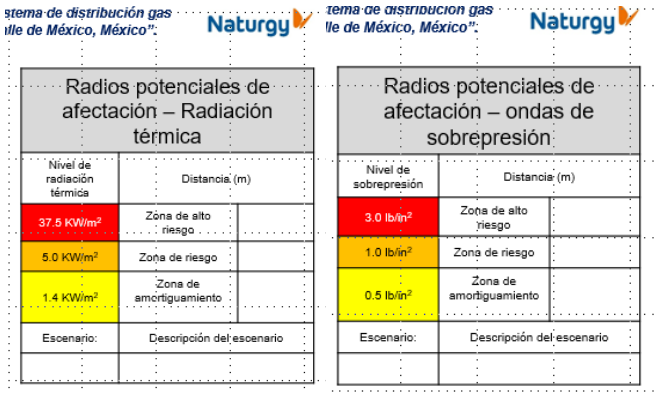
Los Diagramas de Pétalos del PROYECTO que se presenta, están elaborados conforme al Anexo 4 de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (Edición Julio de 2020).

Los Diagramas de Pétalos incluyen una ortofoto obtenida de Google Earth Pro®, la cual se seleccionó en función de la ubicación de la red de distribución de gas natural que se presenta en el PROYECTO, así como la ubicación de sitios de interés: centros de concentración masiva de personas, zonas vulnerables o sitios donde se ubican instalaciones que pudieran generar alguna concatenación de eventos.

Las ortofotos incluídas en los Diagramas de Pétalos se encuentran orientadas al Norte geográfico hacia la parte superior de la ortofoto. Se tiene también señalizada la rosa de los vientos.

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

Cada Diagrama de Pétalos incluye la tabla con los radios de afectación correspondientes al evento simulado y las distancias correspondientes a la zona de alto riesgo, la zona de riesgo y la zona de amortiguamiento, tanto para eventos de tipo térmico como para ondas de sobrepresión.



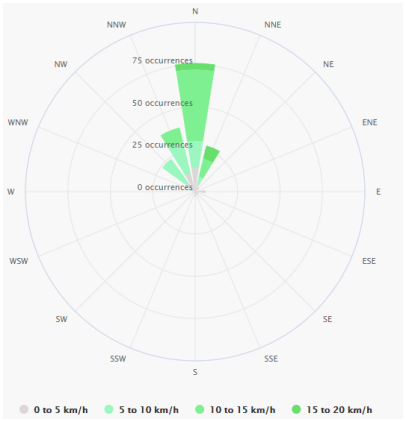
Radios potenciales de afectación – Radiación térmica

Nivel de radiación térmica	Distancia (m)	
37.5 KW/m²	Zona de alto riesgo	
5.0 KW/m²	Zona de riesgo	
1.4 KW/m²	Zona de amortiguamiento	
Escenario:	Descripción del escenario	

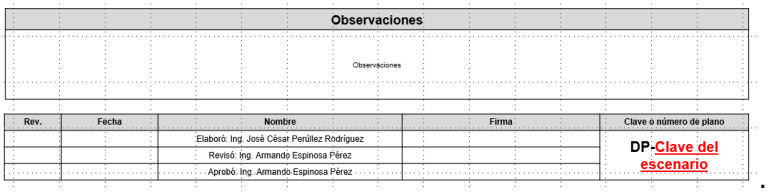
Radios potenciales de afectación – ondas de sobrepresión

Nivel de sobrepresión	Distancia (m)	
3.0 lb/in²	Zona de alto riesgo	
1.0 lb/in²	Zona de riesgo	
0.5 lb/in²	Zona de amortiguamiento	
Escenario:	Descripción del escenario	

Se incluye la gráfica de vientos, que ilustra la dirección del patrón dominante de vientos en el sitio de estudio.



Finalmente, los Diagramas de Pétalos incluyen un apartado de observaciones donde se describen los receptores del impacto o los sitios de posibles interacciones de riesgo, así como sus distanciamientos a la red de distribución, e incluyen el cuadro de datos generales, que incluye los nombres de las personas que participaron en el desarrollo del Diagrama de Pétalos



Observaciones				
Observaciones				
Rev.	**Fecha**	**Nombre**	**Firma**	**Clave o número de plano**
		Elaboró: Ing. José César Perúllez Rodríguez		DP-Clave del escenario
		Revisó: Ing. Armando Espinosa Pérez		
		Aprobó: Ing. Armando Espinosa Pérez		

Los radios de afectación estimados mediante la simulación con PHAST, señalan los alcances causados por un incendio o explosión a partir del punto de fuga, sin embargo, en la realidad, dicho punto de fuga puede ubicarse en puntos muy distintos a los presentados en los diagramas de pétalos y a lo largo de un mismo tramo de tubería, sin embargo, se presentan los diagramas de pétalos en puntos específicos para verificar las consecuencias potenciales de los incendios y explosiones simulados.

Si ocurriese el mismo evento en un tramo distinto de tubería dentro del sistema, se espera la generación de los mismos radios de afectación, en el punto esperado.

CONTENIDO GENERAL

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....2

VI.1. Análisis de vulnerabilidad 3

VI.2. Interacciones de riesgo.....7

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla VI. 1.- Equivalencia entre valores Probit y porcentaje de población afectada.....4
Tabla VI. 2.- Porcentaje de la población afectada por la radiación térmica. 6
Tabla VI. 3.- Porcentaje de la población afectada por ondas de sobrepresión.....7
Tabla VI. 4.- Propiedades físicas y químicas de la gasolina. 10
Tabla VI. 4.- Resultados de las simulaciones de las interacciones potenciales de riesgo identificadas. 17

CONTENIDO DE TABLAS

Figura VI.1.- Pantalla de inicio del Software SCRI Fuego. 9
Figura VI.2.- Secuencia básica de análisis de consecuencias para las interacciones potenciales de riesgo. 10
Figura VI.3.- Árbol de eventos para las simulaciones de gasolina. 15
Figura VI.3.- Árbol de eventos para las simulaciones de gas LP. 16

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

VI.1. Análisis de vulnerabilidad

Dada la disposición de la trayectoria del sistema distribución de gas natural en el área de influencia, se encuentra expuesta a la interacción con diversos elementos como pueden ser las instalaciones próximas a su localización y que estén dentro de las zonas de alto riesgo y afectación definidas en el apartado anterior del presente ARSH. En caso de la ocurrencia de alguna de las desviaciones identificadas, evaluadas, jerarquizadas y cuantificadas en los puntos de entrega de gas natural, así como en la red de distribución de gas natural.

Con base en los resultados de las simulaciones de los escenarios potenciales de riesgo, se puede verificar que las zonas vulnerables tales como centros de concentración masiva o áreas naturales protegidas, quedan fuera de la zona de alto riesgo correspondiente a cada escenario simulado, por lo que no se identificó algún tipo de interacción de riesgo importante.

A efectos de la prevención y control de los efectos potenciales asociados a un escenario de riesgo que se pueda presentar en el sistema de distribución de gas natural hacia otras instalaciones, la Promovente aplicará las especificaciones de su procedimiento interno denominado como PE.00084.GN-DG (**ANEXO 2.3**). Procedimiento de protección entre redes y acometidas de gas y otros servicios enterrados, así como las especificaciones para cruzamientos y paralelismos establecidas en la NOM-003-ASEA-2016.

El diseño del sistema de distribución de gas natural, el cual tiene por objetivo abastecer a clientes con domicilios particulares (residenciales) y establecimientos comerciales ubicados en vialidades principales y alternativas, como medida operará a baja presión, con la intención de que al presentarse alguna incidencia en las áreas con alta densidad de población, las afectaciones resulten mínimas.

Por las características propias del proyecto, este, en su gran proporción, se ubicará en la zona urbana de la Ciudad de San Luis Potosí y Zona Conurbada, teniendo red de alta presión tipo APA en tubería de acero y tubería MPB de acero y polietileno. Así mismo, las características de los escenarios de riesgo evaluados permiten identificar los principales efectos que tendrán estos en la zona de influencia:

Efecto térmico: afectación térmica a las personas, vegetación urbana y estructuras de madera.

Efecto mecánico: es el principal fenómeno que tendrá efectos en las personas (que incluye afectaciones a nivel pulmonar, ruptura de tímpanos y proyección de personas); así como a nivel estructural en casas habitación, ya que las ondas de sobrepresión a los niveles evaluados tienen incidencia en estas estructuras, por tanto, las construcciones podrían verse afectadas.

En el **ANEXO 6.2** se incluyen los diagramas de pétalos correspondientes.

Con el fin de complementar el análisis de las consecuencias asociadas a los escenarios de riesgo simulados y evaluar los efectos de dichos escenarios en las personas, se determinó el porcentaje de personas afectadas por la radiación térmica y las ondas de sobrepresión, mediante la función **Probit**. En este método se parte de una manifestación física de un accidente y el tiempo de exposición en una cierta área geográfica, proporcionando una previsión de los daños a las personas expuestas a dicho accidente, es decir, el número de heridos o número de víctimas.

La fórmula empleada para este modelo de vulnerabilidad se basa en una función matemática lineal de carácter empírico extraída de estudios experimentales:

$$Pr = a + b \ln V$$

Donde:

Pr = «Probit» o función de probabilidad de daño sobre la población expuesta.

a = Constante dependiente del tipo de lesión y tipo de carga de exposición.

b = Constante dependiente del tipo de carga de exposición.

V = Variable que representa la carga de exposición.

El valor Probit permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de una carga de exposición determinada. Este porcentaje y su relación con el valor de la función probit determinado para cada escenario evaluado, se indica en la tabla siguiente:

Tabla VI. 1.- Equivalencia entre valores Probit y porcentaje de población afectada.

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99.0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99.1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99.2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,95	83	6,48	93	7,46	99.3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99.4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99.5

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99.6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99.7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99.8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,223	89	7,33	99	8,09	99.9

Determinación del efecto de la radiación térmica sobre las personas

Las ecuaciones Probit que relacionan el efecto de la radiación térmica, el tiempo de exposición y las diferentes lesiones que se pueden presentar debido a quemaduras, se indican en las ecuaciones siguientes:

- Quemaduras mortales (protegidos con ropas):

$Pr = -37,23 + 2,56 \ln (t I^{4/3})$

- Quemaduras de 2º grado:

$Pr = -43,14 + 3,0188 \ln (t I^{4/3})$

- Quemaduras de 1er. grado:

$Pr = -39,83 + 3,0186 \ln (t I^{4/3})$

Aplicando estas ecuaciones para las radiaciones correspondientes a la zona de alto riesgo ($5kw/m^2$) y la zona de amortiguamiento ($1.4\ kw/m^2$), para un tiempo de exposición de 60 segundos (1 minuto), se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 2.- Porcentaje de la población afectada por la radiación térmica.

Zona	Pr	% población con quemaduras mortales	Pr	% población con quemaduras de segundo grado	Pr	% población con quemaduras de primer grado
Alto Riesgo	2.32354151	0%	3.50227777	6%	6.80918765	96%
Amortiguamiento	-2.02151467	0%	-1.62149394	0%	1.6857554	0%

Efectos de las ondas de sobrepresión sobre las personas

Las ecuaciones Probit que relacionan el efecto de las ondas de sobrepresión y las diferentes lesiones que se pueden presentar debido a explosiones, se indican en las ecuaciones siguientes:

- Muerte por lesiones pulmonares

Pr = -77,1 + 6,91 In P

- Ruptura de tímpano

Pr = - 15,6 + 1,93 In P

Aplicando estas ecuaciones para los niveles de sobrepresión correspondientes a la zona de alto riesgo (0.5 bar) y la zona de amortiguamiento (1 bar), se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 3.- Porcentaje de la población afectada por ondas de sobrepresión.

Zona	Pr	% de muertes por lesiones pulmonares	Pr	% de rupturas de tímpano
Alto Riesgo	2.45431496	0%	6.61994615	94%
Amortiguamiento	-2.33533205	0%	5.28217209	61%

Como se puede observar, la zona de amortiguamiento es más bien una zona de alerta donde aún la población no sufriría algún tipo de lesión, ya sea quemadura o ruptura de tímpanos, sin embargo, es un zona donde permite la evacuación efectiva de personas.

En cuanto a los potenciales receptores del ambiente, no aprecia ningún tipo de afectación, toda vez que la red de distribución proyectada, se encuentra en zonas urbanas, suburbanas e industriales.

VI.2. Interacciones de riesgo

Simulación de interacciones de riesgo

Durante los recorridos de campo en la zona de influencia del proyecto, se pudo constatar la existencia de diferentes puntos donde se puede presentar alguna interacción de riesgo, debido al manejo de sustancias peligrosas. Estos son gasolineras y gaseras.

A través de la aplicación de las metodologías del ¿Qué pasa si …? Y el Análisis de Peligros y Operatividad, se pudo constatar que, dadas las características de estas instalaciones, y las características de la red de distribución de gas natural, se requiere que ocurran de manera simultánea, tanto una fuga de gas natural, como una fuga o derrame de gasolina o una fuga de gas L.P. en gaseras, para que se pueda producir una concatenación de eventos de esta naturaleza. Así mismo, se pudo corroborar mediante los datos presentados en el análisis histórico de accidentes que, ante la falta de registros de eventos concatenados, tanto de la propia empresa como de otras empresas distribuidoras, se pudo valorar la probabilidad de ocurrencia de estas interacciones de riesgo como extremadamente baja.

A pesar de lo anterior, se consideró importante llevar a cabo un análisis cuantitativo de las consecuencias asociadas a este tipo de eventos, con el fin de valorar con mayor precisión sus efectos potenciales.

Para tal efecto, se empleó el software denominado SCRI Fuego (Simulación de contaminación y Riesgo en Industrias) Versión 2.2. Este software fue desarrollado por la empresa Dinámica Heurística, S.C.

El sistema SCRI-FUEGO es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de los siguientes eventos de fuego y/o explosión:

Modelo de fuego por llamarada ("Flash Fire") de:

Emisiones por evaporación de un derrame

Emisiones de chorro horizontal

Emisiones de chorro vertical

Emisiones instantáneas o de corta duración

Modelo de radiación térmica por bola de fuego por explosión de vapor en expansión de líquido en ebullición ("BLEVE").

Modelo de radiación térmica por fuego en derrames ("Pool Fire")

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego ("Jet Fire")

Modelo de equivalencia de TNT para simular:

Cálculos de sobrepresión de explosivos verdaderos (TNT, pólvora, nitrato de amonio, etc.)

Cálculos de sobrepresión de explosiones de nubes de vapor (Butano, gas LP, gas natural, hidracina, etc.)

Figura VI.1.- Pantalla de inicio del Software SCRI Fuego.

Los modelos se basan en metodologías publicadas en EPA y AICHE y se probaron extensivamente en tablas de resultados del manual de EPA de RMP ("Risk Management Program"), y del TCPA ("Toxic Catastrophe Prevention Act" de EPA- New Jersey). El modelo de fuego en llamarada utiliza el modelo SLAB para dispersión de nubes densas del Lawrence Livermore National Laboratory de EUA.

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. Incluye datos de materiales inflamables y combustibles de las sustancias más comunes como gasolina, diesel, petróleo crudo, combustibles para aviones ("jet fuels 4 y 5"), queroseno etc.

Restricciones y consideraciones previas

Se debe recordar que el presente ARSH está orientado a analizar los riesgos potenciales asociados a la red de distribución que se presenta en el PROYECTO, y que el presente análisis de las consecuencias potenciales de las interacciones de riesgo identificadas, no pretende en ningún momento ser exhaustiva para ninguna estación de servicio o gasera en particular, por lo que las condiciones de operación de dichas instalaciones que se plasmen en este apartado, son generalizaciones de la operación de las mismas.

Secuencia de análisis

Para efectos de analizar las interacciones potenciales de eventos concatenados, se empleará el siguiente tren metodológico:

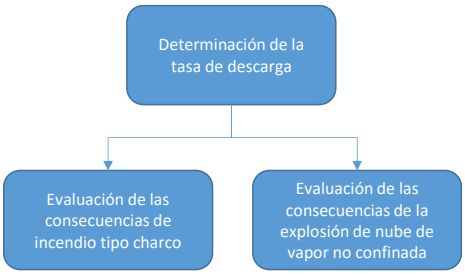


Figura VI.2.- Secuencia básica de análisis de consecuencias para las interacciones potenciales de riesgo.

Determinación de la tasa de descarga del autotanque al tanque de almacenamiento

Para este cálculo se considerará el modelo físico descrito por la ecuación de Torricelli, que describe la velocidad de salida de un líquido por un orifico, en función del nivel de líquido por encima del orificio.

$$m = A\sqrt{2gh}$$

Donde m es el flujo volumétrico de descarga en m^3/s en el sistema internacional de unidades. Los autotanques cuentan con una válvula de salida ubicada en la parte inferior del autotanque, donde se conecta la manguera de llenado de los tanques de almacenamiento en las gasolineras.

Si consideramos que la presión hidrostática es la misma en el fondo de todo recipiente con líquido, independientemente de la forma del recipiente, podemos considerar despreciable la forma cilíndrica horizontal del autotanque en el modelo de Torricelli. El diámetro pormedio de los autotanques es de 1.5 m y la boca toma de los autotanques tienen un diámetro promedio de 4 pulgadas (10.16 cm).

Las propiedades físicas y químicas de la gasolina, se encuentran en la Hoja de Datos de Seguridad de la misma (**Anexo 2.4**):

Tabla VI. 4.- Propiedades físicas y químicas de la gasolina.

PROPIEDADES	GASOLINA
Nombre Comercial.	Gasolina regular Gasolina Premium
Formula Química.	C5H12 a C9H20
Peso molecular.	107-114 (g/gmol)
Punto de ebullición.	27-225°C a 760 mmHg

PROPIEDADES	GASOLINA
Calor de combustión (como líquido).	19,000 BTU/lb
Presión de vapor.	6.5-9.5 psi
Densidad de vapor. (aire = 1)	0.68-0.76 Kg/l
Temperatura de autoignición.	240-460°C
Densidad relativa. (agua = 1)	0.68-0.75
Solubilidad en agua.	No es soluble
Punto de inflamación.	-46°C
% de volatilidad	100
Límites de inflamabilidad.	LFL =1.3 % UFL = 7.1 %
Estado físico, color y olor.	Regular.- Líquido color azul, olor característico (similar al petróleo). Premium.- Líquido color anaranjado, olor característico (similar al petróleo).

Cálculo de la tasa de descarga del auto tanque a través de la manguera de llenado

Con base en los datos anteriores, el flujo volumétrico de descarga del autotanque es entonces:

$$m = A\sqrt{2gh} = \frac{(3.1416)(0.1016m)^2}{4} x \sqrt{2(9.81\frac{m}{s^2})(1.5m)}$$

$$m = (0.0081m^2)\left(5.4249\frac{m}{s}\right)$$

$$\boldsymbol{m = 0.04394169\, m^3/s}$$

El flujo másico es entonces:

$$m = (0.0081m^2)\left(5.4249\frac{m}{s}\right)$$

$$\boldsymbol{m = (680\frac{kg}{m^3})0.04394169\, m^3/s}$$

$$\boldsymbol{m = 29.88 kg/s}$$

Si consideramos una fuga de 5 segundos de duración, la cantidad total fugada es de

$$\boldsymbol{masa = 29.88\frac{kg}{s}x5s = 149.4kg}$$

Cabe señalar que durante la operación de llenado de autotanques, el personal de la estación de servicio y el operador del autotanque, supervisan la operavión de trasvae, por lo que, para efectos de evaluar las consecuencias de una fuga y derrame de gasolina, se consideró una duración de la fuga de 5 segundos.

Cálculo de la tasa de descarga de la manguera del dispensario

En el caso de dispensarios, estos, por diseño, ofrecen un flujo promedio de 10 gal/min (38 litros por minuto).

Por lo tanto, el flujo volumétrico en dispensarios es de:

$$m = 38\frac{l}{min}x\frac{1min}{60s}x\frac{1m^3}{1{,}000l}$$

$$\boldsymbol{m = 0.000633m^3/s}$$

Por lo tanto, el flujo másico en dispensarios es de:

$$\boldsymbol{m = (680\frac{kg}{m^3})0.000633m^3/s}$$

$$\boldsymbol{m = 0.43066Kg/s}$$

En caso de una fuga con una duración de 5 segundos, la cantidad total fugada es de:

$$\boldsymbol{masa = 0.43066\frac{kg}{s}x5s = 2.1533kg}$$

Cálculo de la tasa de descarga de la manguera del autotanque al tanque de almacenamiento

Para este cálculo, se empleó directamente el software SCRI Fuego, para lo cual se requieren los siguientes datos de simulación:

Diámetro del orificio de descarga: 2in (5.08cm, 0.0508m) correspondiente al diámetro de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.

Coeficiente de descarga: 0.62 (valor sugerido por CCPS / AIChE)

Temperatura interna: 15°C (288.15°K)

Presión interna: 16.90 kg/cm^2, 1,657.32 kPa (Presión de servicio de acuerdo a NOM NOM-008-SESH/SCFI-2010, Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba.)

Cálculo de la tasa de descarga de la manguera del dispensario al vehiculo

Para este cálculo, se empleó directamente el software SCRI Fuego, para lo cual se requieren los siguientes datos de simulación:

Diámetro del orificio de descarga: 1 in (2.54cm, 0.0254m) correspondiente al diámetro de la manguera del dispensario.

Coeficiente de descarga: 0.62 (valor sugerido por CCPS / AIChE)

Temperatura interna: 15°C (288.15°K)

Presión interna: 2.5 kg/cm^2, 245.17 kPa (Presión de servicio del tanque de almacenamiento de gas L.P. de la estación de gas carburante)

Simulaciones con el software SCRI Fuego

Empleando las tasas de descarga obtenidas, se simularon los escenarios de riesgo producidos por la concatenación de eventos. incendios tipo charco (pool fire), debido a la naturaleza líquida de los combustibles que se manejan en estas estaciones de servicio.

En el caso de gaseras, el gas LP ess un gas licuado a presión, que al liberarse a la atmósfera, inmediatamente se convierte en gas, por lo cual, para el caso de gaseras, se simularon escenarios tipo jet fire.

En todos los casos, se simuló el evento considerando una duración total de la fuga de 5 segundos, debido a la presencia permanente de personal en dichas instalaciones.

En el caso de los eventos e tipo mecánicos (explosiones) se simularon nubes de vapor no confinadas. En el caso de la gasolina, esta nube se forma debido a la evaporación de la gasolina en

la cercanía del punto de fuga. En el caso del gas LP, la nube se forma debido la ignición tardía de la fuga, lo cual permite la acumulación de cantidades importantes de gas LP en la atmósfera.

En el siguiente diagrama se resumen los escenarios de riesgo simulados para el caso de interacciones potenciales de riesgo.

En el caso de las gasolineras, la secuencia de eventos simulados son los siguientes:

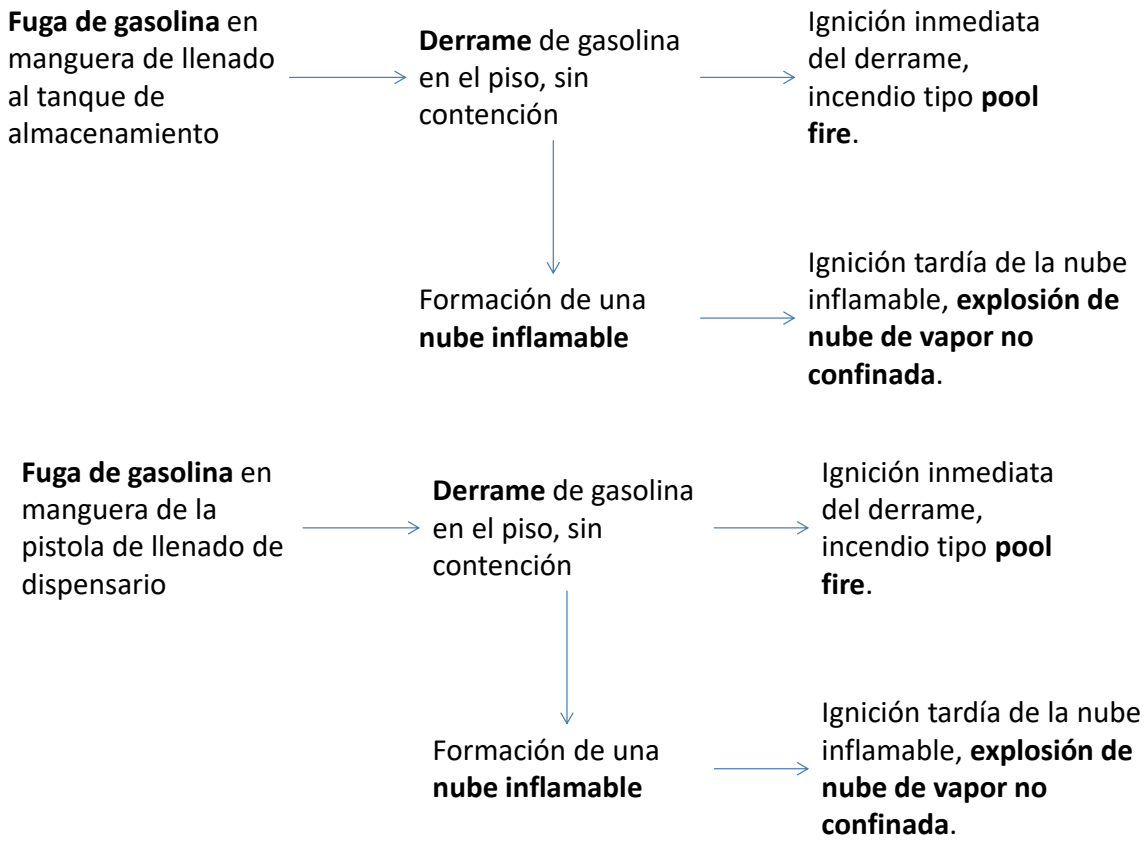


Figura VI.3.- Árbol de eventos para las simulaciones de gasolina.

Para el caso de los eventos en gaseras, se siguió la secuencia de eventos identificados a través del siguiente diagrama:

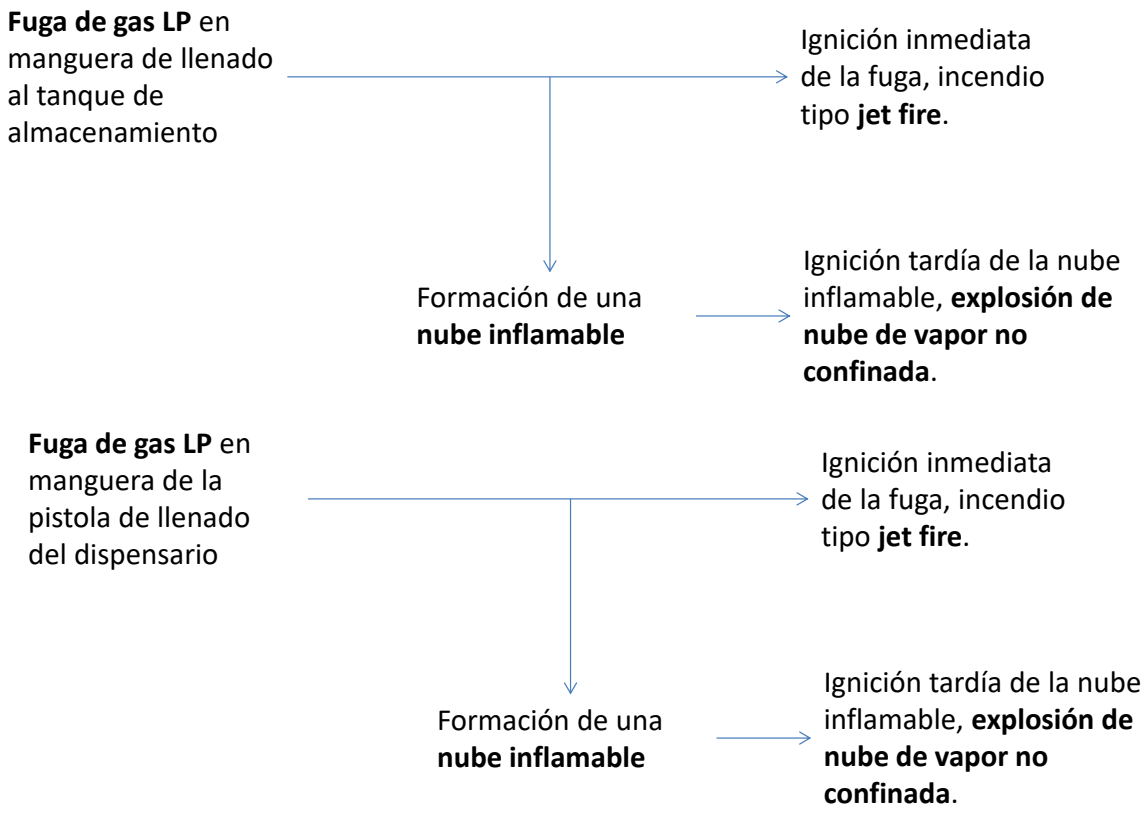


Figura VI.4.- Árbol de eventos para las simulaciones de gas LP.

Con base en lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados de los radios de afectación para eventos concatenados.

Tabla VI. 5.- Resultados de las simulaciones de las interacciones potenciales de riesgo identificadas.

Clave	Escenario	Incendio			explosión			Salvaguardas	Recomendaciones
		Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento	Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento		
RDGN-INTER-Gasolina-01	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	**25.65**	**77.03**	**143.64**	**41.02**	**93.65**	**159.19**	Diseño de la tubería considerado 3 veces la presión máxima de operación. Válvulas de seccionamiento ubicadas en puntos estratégicos para el control inmediato de flujo. Centro de Atención a Urgencias y personal de servicios técnicos calificado. Supervisión y celaje mensual en los diferentes tramos de red. Monitoreo mediante equipo de detección, cada mes. Procedimientos estrictos para la atención y el control de fugas.	Supervisar la correcta implementación de los programas de inspección y mantenimiento de las redes de distribución de gas natural. Mantener capacitado al personal de servicios técnicos, asegurando que cuenten con los conocimientos teórico prácticos para la respuesta oportuna en caso de fuga.
RDGN-INTER-Gasolina-02	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	**1.71**	**9.71**	**18.67**	**9.98**	**22.79**	**38.74**	Diseño de la tubería considerado 3 veces la presión máxima de operación. Válvulas de seccionamiento ubicadas en puntos estratégicos para el control inmediato de flujo. Centro de Atención a Urgencias y personal de servicios técnicos calificado. Supervisión y celaje mensual en los diferentes tramos de red.	Supervisar la correcta implementación de los programas de inspección y mantenimiento de las redes de distribución de gas natural. Mantener capacitado al personal de servicios técnicos, asegurando que cuenten con los conocimientos teórico prácticos para la respuesta oportuna en caso de fuga.

Clave	Escenario	Incendio			explosión			Salvaguardas	Recomendaciones
		Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento	Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento		
								Monitoreo mediante equipo de detección, cada mes. Procedimientos estrictos para la atención y el control de fugas.	
RDGN-INTER-GasLP-01	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	**0.0**	**22.07**	**54.72**	**24.41**	**55.72**	**94.72**	Diseño de la tubería considerado 3 veces la presión máxima de operación. Válvulas de seccionamiento ubicadas en puntos estratégicos para el control inmediato de flujo. Centro de Atención a Urgencias y personal de servicios técnicos calificado. Supervisión y celaje mensual en los diferentes tramos de red. Monitoreo mediante equipo de detección, cada mes. Procedimientos estrictos para la atención y el control de fugas.	Supervisar la correcta implementación de los programas de inspección y mantenimiento de las redes de distribución de gas natural. Mantener capacitado al personal de servicios técnicos, asegurando que cuenten con los conocimientos teórico prácticos para la respuesta oportuna en caso de fuga.
RDGN-INTER-GasLP-02	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	**0.0**	**0.0**	**3.19**	**8.12**	**18.54**	**31.51**	Diseño de la tubería considerado 3 veces la presión máxima de operación. Válvulas de seccionamiento ubicadas en puntos estratégicos para el control inmediato de flujo. Centro de Atención a Urgencias y personal de servicios técnicos calificado. Supervisión y celaje mensual en los	Supervisar la correcta implementación de los programas de inspección y mantenimiento de las redes de distribución de gas natural. Mantener capacitado al personal de servicios técnicos, asegurando que cuenten con los conocimientos teórico prácticos para la respuesta oportuna en caso de fuga.

Clave	Escenario	Incendio			explosión			Salvaguardas	Recomendaciones
		Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento	Zona de alto riesgo	Zona de riesgo	Zona de amortiguamiento		
								diferentes tramos de red. Monitoreo mediante equipo de detección, cada mes. Procedimientos estrictos para la atención y el control de fugas.	

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE VULNERBILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

La red de distribución de gas natural se ubicará en las zonas urbanas y suburbanas, de tal manera que los tramos de ducto se ubiquen cerca de los posibles usuarios, tanto domésticos, como industriales.

Esta cercanía también representa un riesgo de interacción entre un posible escenario de riesgo y las diferentes zonas cercanas a los trazos de ducto.

En el caso de las **zonas habitacionales**, existen áreas donde los radios de afectación pudieran tener una incidencia directa en casas habitación. Sin embargo, se deben considerar una serie de factores atenuantes tales como:

- Las casas están construidas de ladrillo y cemento, lo cual representa una barrera de protección ante un posible incendio de la red.
- El gas natural, de manera inmediata, se volatiliza y diluye a la atmósfera, por lo que difícilmente se podría esperar la formación de una nube explosiva.
- El gas natural cuenta con un odorizante el cual favorece su detección a concentraciones equivalentes a un 30% del límite inferior de inflamabilidad, lo que favorece la movilización del Centro de Atención a Urgencia para atender la fuga.

También se pudo constatar que la red de distribución pasa por calles donde se ubican escuelas, hospitales y centros religiosos y recreativos. Estos lugares representan centros de concentración masiva de personas. Ante la presencia de un evento de fuga o incendio en la red, el número de personas que pudieran resultar afectadas se incrementaría.

Sin embargo, es de hacer notar que, al igual que las casas habitación, también estos lugares se encuentran construido con ladrillo y cemento, lo cual representa barreras de protección para las personas.

Los factores atenuantes que participan en un evento de fuga en zonas residenciales, también actúan en zonas donde la red de distribución pasa por centros de concentración masiva.

Existen otros lugares, donde la red de distribución tiene incidencia en zonas industriales, y de manera muy especial, donde se almacenan productos químicos peligrosos. eL derecho de vía de la red de distribución colinda con gasolineras y gaseras, lo cual podría traducirse en una concatenación de eventos.

Cabe mencionar, que en el caso de zonas industriales, así como terminales de almacenamiento, gasolineras y gaseras, se pudo constatar que tienen implementados distanciamientos entre los límites del predio y sus instalaciones críticas como lo son los tanques de almacenamiento de productos químicos y combustibles.

En el caso especial de las gasolineras, sus tanques de almacenamiento de combustibles se ubican bajo tierra y el único acceso a ellos son las válvulas de llenado o de recuperación de vapores. Esto representa una importante barrera de protección ante la presencia de una fuga de gas natural en la red de distribución. Adicionalmente, para que se presente una concatenación de eventos en una gasolinera, se debería presentar, tanto la fuga de gas natural en la red de distribución como la fuga de algún combustible en la gasolinera, eventos que tendrían que ocurrir de manera simultánea, para que un incendio en la red, produjera un incendio o explosión en la gasolinera, lo cual sería un evento cuya frecuencia de ocurrencia, es extremadamente bajo, ya que a través del análisis histórico de accidentes, no se pudo corroborar la ocurrencia de estos dos eventos de manera simultánea.

También se identificó una posible interacción entre los tramos de ducto que conforman la propia red de distribución del proyecto. Al igual de los tanques de almacenamiento de gasolineras, los tramos de red de distribución proyectados se ubicarán bajo tierra, lo cual genera una barrera de protección para el resto de los tramos de tubería que se ubica en la cercanía del tramo afectado. Por lo cual, no se identificó alguna interacción de riesgo entre los diferentes tramos de tubería que conforman la propia red de distribución del proyecto.

Si bien, una fuga de gas natural en la red de distribución representa un nivel de riesgo para la salud humana, los bienes y el ambiente, se pudo corroborar, a través del análisis de riesgo del proyecto, que la empresa Naturgy tiene implementadas una serie de medidas de seguridad y prevención en su red de distribución, además, tiene definidos y cuenta con los recursos humanos, materiales y económicos para atender una emergencia de manera oportuna. Todo esto pudo demostrar que los escenarios de riesgo identificado y evaluados se encuentran en niveles aceptables.

De lo anterior también surge la importancia de que Naturgy México, S.A. de C.V. implemente las recomendaciones técnico operativas derivadas del presente análisis de riesgo.

CONTENIDO GENERAL

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO 2

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Con base en el análisis detallado de frecuencias y el análisis detallado de consecuencias presentado en los capítulos anteriores del presente ARSH, las respectivas simulaciones de los escenarios de riesgo, así como el análisis de vulnerabilidad presentado, se reposicionaron los escenarios de riesgo de la siguiente manera:

Tabla VII. 1.- Reposicionamiento de los escenarios de riesgo del PROYECTO.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
01	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 24 in (**RDGN APA AC 24in**)				
RDGN APA AC 24in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 24in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 24in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 24in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 24in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 24in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 24in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
02 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 16 in (**RDGN APA AC 16in**)					
RDGN APA AC 16in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 16in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 16in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 16in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 16in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 16in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 16in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
03 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 12 in (**RDGN APA AC 12in**)					
RDGN APA AC 12in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 12in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 12in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 12in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
04 Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 10 in (**RDGN APA AC 10in**)					
RDGN APA AC 10in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 10in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 10in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 10in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
05	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 8 in (**RDGN APA AC 8in**)				
RDGN APA AC 8in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 8in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 8in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 8in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
06	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 6 in (**RDGN APA AC 6in**)				
RDGN APA AC 6in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 6in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 6in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 6in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
07	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 4 in (**RDGN APA AC 4in**)				
RDGN APA AC 4in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 4in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 4in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 4in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
08	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 3 in (**RDGN APA AC 3in**)				
RDGN APA AC 3in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 3in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 3in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 3in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 3in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 3in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 3in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
09	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 2 in (**RDGN APA AC 2in**)				
RDGN APA AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
10	Red de Distribución de Gas Natural APA Acero 1 in (**RDGN APA AC 1in**)				
RDGN APA AC 1in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 1in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 1in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN APA AC 1in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA AC 1in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA AC 1in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión APA de acero de 1in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
11	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 12 in (**RDGN MPB AC 12in**)				
RDGN MPB AC 12in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 12in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 12in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 12in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 12in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 12in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 12in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
12	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 10 in (**RDGN MPB AC 10in**)				
RDGN MPB AC 10in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 10in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 10in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 10in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 10in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 10in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 10in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
13	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 8 in (**RDGN MPB AC 8in**)				
RDGN MPB AC 8in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 8in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 8in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 8in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 8in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 8in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 8in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
14	Red de Distribución de Gas Natural MPB Acero 2 in (**RDGN MPB AC 2in**)				
RDGN MPB AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
15	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 200mm (**RDGN MPB PE 200mm**)				
RDGN MPB PE 200mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 200mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 200mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 200mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
16	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 160mm (**RDGN MPB PE 160mm**)				
RDGN MPB PE 160mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 160mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 160mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 160mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 160mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 160mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 160mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
17	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 110mm (**RDGN MPB PE 110mm**)				
RDGN MPB PE 110mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 110mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 110mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 110mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 110mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN APA PE 110mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 110mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
18	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 90mm (**RDGN MPB PE 90mm**)				
RDGN MPB PE 90mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 90mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 90mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 90mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 90mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 90mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 90mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
19	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 63mm (**RDGN MPB PE 63mm**)				
RDGN MPB PE 63mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 63mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 63mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 63mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 63mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 63mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 63mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
20	Red de Distribución de Gas Natural MPB Polietileno 40mm (**RDGN MPB PE 40mm**)				
RDGN MPB PE 40mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 40mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 40mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPB PE 40mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPB PE 40mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPB PE 40mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPB de polietileno de 40mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
21	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 6in (**RDGN MPC AC 6in)**				
RDGN MPC AC 6in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 6in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 6in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 6in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 6in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 6in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 6in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
22	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 4in (**RDGN MPC AC 4in)**				
RDGN MPC AC 4in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 4in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 4in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 4in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 4in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 4in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 4in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
	23	Red de Distribución de Gas Natural MPC Acero 2in (**RDGN MPC AC 2in)**			
RDGN MPC AC 2in F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 2in F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 2in F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC AC 2in R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC AC 2in R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC AC 2in R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de acero de 2in a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
24	Red de Distribución de Gas Natural MPC Polietileno 200mm (**RDGN MPC PE 200mm**)				
RDGN MPC PE 200mm F AP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC PE 200mm F OP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN APA PE 200mm F BP	Fuga Parcial (20% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
RDGN MPC PE 200mm R AP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a alta presión, con posible incendio y explosión.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN MPC PE 200mm R OP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a presión de operación, con posible incendio y explosión.	2	3	6 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

Clave	Descripción del escenario	Frecuencia	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Observaciones
RDGN MPC PE 200mm R BP	Ruptura total (100% del diámetro nominal de tubería) de la red de distribución a presión MPC de polietileno de 200mm a baja presión, con posible incendio y explosión.	1	2	2 Aceptable	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal. El riesgo está plenamente entendido desde el punto de vista de sus causas y consecuencias.
Interacciones potenciales de riesgo con gasolineras					
RDGN-INTER-Gasolina-01	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN-INTER-Gasolina-02	Derrame de gasolina con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
Interacciones potenciales de riesgo con gaseras					
RDGN-INTER-GasLP-01	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de llenado del autotanque al tanque de almacenamiento.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.
RDGN-INTER-GasLP-02	Fuga de gas L.P. con incendio y explosión por ruptura de la manguera de la pistola de llenado en el dispensario.	1	4	4 Aceptable con controles	Los controles operacionales o de ingeniería son adecuados pero se pueden mejorar. Las acciones preventivas o correctivas se encuentran definidas dentro de los programas de mantenimiento y capacitación del personal, pero requieren ser supervisadas. El riesgo está entendido de manera suficiente desde el punto de vista de sus causas y consecuencias. Un análisis más detallado podría mejorar su nivel de entendimiento, solo si los recursos económicos, de personal y de tiempo lo permiten.

CONCLUSIONES DEL REPOSICIONAMIENTO DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Considerando las medidas de seguridad y preventivas que el PROYECTO ya tenía considerados de manera previa al desarrollo del presente ARSH, se pudo constatar que los escenarios de riesgo identificados se encuentran en un nivel **tolerable** o **tolerable con controles**, y ya no se obtuvieron escenarios de riesgo de tipo ALARP o indeseables.

Se considera que Naturgy México, S.A. de C.V. deberá implementar las medidas preventivas y correctivas descritas en el presente ARSH ya que fueron parte fundamental para determinar el nivel de riesgo obtenido en esta segunda jerarquización y, por tanto, se recalca la importancia de que si el PROYECTO sufre cambios sustanciales, antes o durante su ejecución, se deberá actualizar el presente ARSH con el fin de establecer aquellas medidas necesarias para implementar ante tales cambios en el PROYECTO, y así mantener el nivel de riesgo en niveles tolerables.

CONTENIDO GENERAL

VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO 1

VIII.1. Recomendaciones técnico - operativas 1

VIII.2. Sistemas de seguridad.....2

VIII.2.1. Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (SCADA) 2

VIII.2.2. Centro de Control de Distribución (CCD) 3

VIII.2.3. Medidas de seguridad en la instalación receptora del cliente 4

VIII.2.4. Medidas de seguridad en la red de distribución 4

VIII.2.5. Plan de emergencia para la distribución de gas natural 4

VIII.2.6. Equipos de intervención en la zona geográfica de distribución de gas natural e inventario de recursos para atención de emergencias 5

VIII.2.7. Recursos humanos asignados a la atención de emergencias 5

VIII.2.8. Vehículos para la atención de emergencias.....6

VIII.2.9. Herramental y equipo inventariado 6

VIII.2.10. Equipos de intervención en la zona geográfica de distribución de gas natural e inventario de recursos para atención de emergencias 12

VIII.3. Medidas preventivas 12

VIII.3.1. Medidas preventivas y de mitigación generales 12

TABLAS

Tabla VIII. 1.- Herramientas de seguridad para Guardia. 6

Tabla VIII. 2.- Herramientas de seguridad para mantenimiento de redes. 7

Tabla VIII. 3.- Herramientas de seguridad para retén.....9

Tabla VIII. 4.- Inventario de equipos de seguridad en almacén. 11

Tabla VIII. 5.- Procedimientos para respuesta a emergencias. 12

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

VIII.1. Recomendaciones técnico - operativas

Las recomendaciones resultantes del análisis de riesgo incluyen:

1. La operación y mantenimiento del Ramal de Distribución de gas natural deberán de ser inspeccionadas por empresas acreditadas, esto con el fin de vigilar el desarrollo y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como, la normativa interna del grupo.

2. Es imperativo que la organización siga aplicando de forma total, los procedimientos que dan los lineamientos de la construcción y funcionamiento del Ramal de Distribución y de sus instalaciones auxiliares, así como con la estricta aplicación y ejecución de las especificaciones del Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Distribución de Naturgy México, S.A. de C.V., en los tiempos establecidos en el Programa de Mantenimiento de Instalaciones.

3. Aplicación oportuna de los procedimientos de emergencia en caso de que se presenten sucesos con gas en el Ramal de Distribución de gas natural y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, públicas y privadas.

4. Cumplir al 100% con la norma PE.02899.MX. Plan de emergencia para la distribución de gas natural.

5. Cumplir al 100% con la norma PE.02909.MX. Realización de simulacros en la distribución de gas natural.

6. Actualización periódica del Análisis de Riesgo, de acuerdo a la realización de ampliaciones o modificaciones del proyecto.

7. Verificar el correcto funcionamiento de los accesorios, equipos y válvulas del Ramal de Distribución previo a su instalación y durante su operación.

8. En las etapas de montaje, alineación, termofusión de tubería, instalación de tubería y prueba de hermeticidad, se deberá verificar que no existan materiales dentro de la misma que puedan generar desperfectos en el ramal de Distribución a corto, mediano o largo plazo.

9. Cumplir al 100% con la norma PE.02901.MX, al realizar trabajos en redes y ramales de distribución de gas en servicio.

10. Cumplir al 100% con las normas PE.02631.MX y PE.02646.MX, en el momento de construir la zanja para la introducción del ducto.

11. Al realizar reparaciones en el Ramal de Distribución de gas natural, se debe verificar que se desarrollen en apego a la normativa oficial aplicable y la de la organización.

12. El sitio después de realizada la construcción y/o reparación del Ramal de Distribución, debe quedar completamente limpio y sin restricción alguna en los accesos.

13. Verificar que los soldadores en termofusión de Polietileno estén certificados para realizar esta actividad.

14. Verificar que cuando se hagan trabajos de reparación se cuente con el sistema de extintores.

15. Aplicación de la norma NT-508-MEX. Reseguimiento y vigilancia de ramales de gas.

16. Al realizarse reparaciones y posteriores puestas en servicio, se deberá verificar el cierre de la válvula de seccionamiento del Ramal de Distribución y de la ERM Distrital, así como venteo de la tubería, para con ello evitar la generación de mezclas aire-gas natural en el interior de la misma.

17. Las Instalaciones Auxiliares, deberán estar limpias y ordenadas, sin restricción de acceso alguna.

18. En las Instalaciones Auxiliares, se deberán comunicar los riesgos por medio de la instalación de señalización preventiva, restrictiva y de seguridad, según aplique.

19. Prohibir a todo el personal involucrado el fumar y realizar actividades que pudieran generar fuentes de ignición en las Instalaciones Auxiliares o en otras en las que se pueda presentar fuga de gas natural.

20. El personal operativo y de supervisión, deberá vestir ropa de algodón con retardante de llama, (evitar usar ropa sintética que pudiera generar electricidad estática o que genere conglomerados al momento de entrar en combustión) y botas dieléctricas.

21. El personal operativo y de supervisión deberá emplear el Equipo de Protección Personal designado a las actividades que realiza.

22. En caso de existir afectaciones al ambiente por la ocurrencia de eventos no deseados, se deberá buscar las alternativas para la remediación de los Impactos Ambientales provocados de forma inmediata.

23. Llevar el registro de capacitación y mantenimiento para verificación del cumplimiento de las actividades señalados en el Plan de Formación de Naturgy México, S.A. de C.V.

24. Monitorear regularmente datos, tendencias y reportes oficiales sobre el hundimiento en la zona de influencia del Ramal de Distribución para prevenir y en su caso anticipar daños a la tubería que pudieran generar fugas, incendios y/o explosiones.

Estas medidas están incluidas en el Programa de Implementación de medidas preventivas y correctivas (**ANEXO 8**).

VIII.2. Sistemas de seguridad

Lo que respecta a los servicios de seguridad dentro del sistema de red de distribución de gas natural comprenden las medidas y procedimientos operativos, realizados por la empresa Naturgy México, S.A. de C.V. para un buen funcionamiento de sistema, por lo cual han sido evaluados y aprobados por la agencia.

VIII.2.1. Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (SCADA)

La realización del monitoreo remoto de las condiciones de operación de la red de distribución de gas natural se realiza a través de un Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (Supervisor y Control And Data Adquisition-SCADA), mismo que Naturgy México, S.A. de C.V. ya tiene implementado para otras Zonas Geográficas de Distribución de gas natural (ZGDGN) y las instalaciones a construirse a razón de este PROYECTO, se integrarán a este sistema SCADA.

El sistema SCADA de Naturgy México, S.A. de C.V., se ubicará en instalaciones y puntos de terminación críticos del Sistema de Distribución de gas natural, a efectos de tener una supervisión permanente (monitoreo) de las funciones del Sistema y tener la confirmación del correcto funcionamiento de las estaciones, así como coadyuva con el diagnóstico oportuno de contingencias potenciales. A su vez, el monitoreo de la Red de Distribución, a través del sistema SCADA, se realiza con una adquisición de datos por medio de dispositivos electrónicos instalados en puntos como son Puntos de Entrega de Gas Natural (PEGN), Estaciones de Regulación y Medición Distritales (ERMD), Válvulas de Seccionamiento, Estaciones de Medición de Clientes Industriales (ERM-IND).

El sistema SCADA permite:

- La adquisición de datos de equipos remotos.
- El Tratamiento de alarmas y eventos.
- El almacenamiento masivo de datos históricos de todas las variables manejadas en el sistema.
- La edición de informes periódicos, con datos de tiempo real e históricos representativos de los diferentes subsistemas. Estos informes periódicos, ayudan a hacer una explotación óptima del Sistema de Distribución de gas natural.
- El control permanente de presiones y caudales más representativos de los diferentes subsistemas.
- La optimización del reparto de caudales.
- La toma de datos de presión y caudal correspondientes a las puntas de consumo anual que se presentan para la planificación de redes.

Además, la utilización del sistema SCADA provee las siguientes ventajas:

- Mejora en la calidad del servicio a clientes
- Incrementa el nivel de seguridad de las redes.
- Mejora en la continuidad y estabilidad del suministro.
- Disminución en las necesidades de petición de intervención de los clientes.
- Mejora del tiempo de respuesta de peticiones de servicio.
- Seguimiento de las condiciones de suministro para centrales de ciclo combinado u otros usuarios críticos.

VIII.2.2. Centro de Control de Distribución (CCD)

En Centro de Control de Distribución (CCD) de Naturgy México, S.A. de C.V., se encarga de optimizar todos los recursos implicados en la distribución de gas, como son puntos de entrega, puntos estratégicos de las redes de distribución, así como de gestionar el movimiento del gas.

El CCD es el cerebro que regula todo el Sistema de Distribución gas natural. Además, integra dos unidades distintas, que son el **Centro de Control de Avisos de Urgencias (CCAU)** y el **Dispatching**, que controla toda la red de distribución mediante sistemas de telecontrol y aplicaciones asociadas al sistema.

Dispatching, está constituido por un sistema SCADA de última generación y tiene como misión la adquisición de datos en tiempo real de las principales variables operativas de la red de distribución. La operación diaria del sistema SCADA implica el monitoreo del comportamiento de la red, a través de la respuesta oportuna de las alarmas emitidas, contando como apoyo con los siguientes sistemas:

ICARO: Sistema de Información Geográfica (GIS) que permite la rápida ubicación en un punto de la red donde se presenta una fuga de gas natural en el Sistema de Distribución, asimismo, permite la delimitación de las áreas afectadas por dicha incidencia.

SAU: El Sistema de Atención de Urgencias permite el registro de las incidencias detectadas a través de sistema SCADA para su debida atención por los equipos de intervención en campo.

El monitoreo del sistema de Distribución, a través del sistema SCADA se realiza con una adquisición de datos por medio de dispositivos electrónicos instalados en puntos estratégicos de la red de distribución, como lo son Puntos de Entrega, y válvulas de Seccionamiento, Estaciones de Medición de Clientes Industriales.

En caso de ser necesario, el CCD da aviso y se coordina con los cuerpos de seguridad que pueden estar implicados, efectuando simultáneamente, el seguimiento y la supervisión de la incidencia hasta su completa resolución.

VIII.2.3. Medidas de seguridad en la instalación receptora del cliente

Nivel 1: Regulador NL 19 (antes de los equipos de consumo). Cuenta con válvula de cierre por mínima presión (si la instalación aguas abajo no es hermética, el regulador se mantiene en posición cerrada.

Nivel 2: Limitador de caudal (posterior al medidor). Es una válvula de cierre por exceso de flujo (en caso de ruptura de la instalación aguas abajo del medidor el limitador de caudal cierra).

Nivel 3: Limitador de caudal de acometida (a la entrada del edificio o vivienda). Limitador de caudal, en caso de ruptura de la tubería aguas debajo de la Te de toma en carga y antes del primer salto de regulación, el limitador de caudal cierra.

VIII.2.4. Medidas de seguridad en la red de distribución

Válvulas de seccionamiento telemandadas (Nivel 5).

VIII.2.5. Plan de emergencia para la distribución de gas natural

Naturgy México, S.A. de C.V., consciente de que al estar en servicio su Sistema de Distribución de gas natural, se pueden presentar incidencias relacionadas con este gas de diversa naturaleza, ha desarrollado un procedimiento denominado como Plan de emergencia para la distribución de gas natural (**ANEXO 2.3**). En este procedimiento se establece la sistemática de actuación en materia de prevención, auxilio y recuperación

que le dará oportunidad a Naturgy México, S.A. de C.V. de afrontar cualquier situación de emergencia tanto en la Red de Distribución como en sus instalaciones auxiliares, para que esta pueda atenderse y resolverse en el mínimo tiempo posible considerando siempre:

La salvaguarda de integridad física de empleados, clientes y terceros y de los bienes materiales.

Disminuir el impacto en la distribución de gas natural y bienes materiales.

Mantener el servicio y presiones de seguridad en las redes de distribución de gas natural.

El Plan de Emergencia para la distribución de gas natural, contempla todas las etapas del desarrollo de una urgencia, la recepción de avisos en el Centro Coordinador de Urgencias (CCAU), así como su clasificación, designación de recursos para la atención de la emergencia y los procedimientos de notificación a las unidades operativas u Autoridades correspondientes, según corresponda.

VIII.2.6. Equipos de intervención en la zona geográfica de distribución de gas natural e inventario de recursos para atención de emergencias

En el presente apartado, se indica con qué recursos humanos y tipo de vehículos cuenta Naturgy México, S.A. de C.V. para la respuesta a emergencias, así como, el equipo y herramental que lleva cada vehículo, disponible este herramental para ser empleado por el personal que actuará sobre el punto afectado del Sistema de Distribución de gas natural. Por otro lado, también se presenta el Equipo de Protección Personal que utilizan los empleados encargados de realizar directamente las actuaciones sobre el Sistema de Distribución de gas natural.

VIII.2.7. Recursos humanos asignados a la atención de emergencias

Equipo de Atención de Urgencias: Los equipos integrados por personal de Naturgy México, S.A. de C.V. y asignados para la atención de avisos de urgencias de todo tipo relacionadas con la red de distribución de gas natural, se describen como sigue:

Se cuenta con tres equipos de atención a urgencias. Dichos equipos están conformados de la siguiente forma:

Guardia: 2 Personas

Comunicación: Radio portátiles 800 mhz

Celular Telefónica

Vehículo: Pick Up Nissan

Reten especial de alta presión: Equipo de Atención de Urgencias contratado específicamente para cubrir equipos, accesorios especiales de redes en acero de distribución de gas natural en alta presión (más de 4 bar y hasta 22 bar), soldadores de acero, vehículo especial y equipo de soldadura, incluye la disponibilidad de equipo, maquinaria y base-bodega, durante las 24 horas del día, y del personal, la disponibilidad de los retenes a disposición, entre el final de una jornada y el inicio de la siguiente. Existirá un Retén especial de alta presión a disposición en día sábado y/o festivo desde las 8h mañana hasta las 8h mañana del día siguiente.

Enseguida se detalla el personal, herramientas y material con que cuenta cada Equipo de Atención de Urgencias, así como el material disponible en el almacén y el material especial de los Retenes de Alta, Media y Baja Presión.

VIII.2.8. Vehículos para la atención de emergencias

Los equipos de atención de avisos de urgencia cuentan con la preparación y los vehículos dotados de las herramientas, útiles y medios materiales necesarios para actuar adecuadamente ante una urgencia. En caso de requerir equipo adicional los Equipos de Atención de Urgencias lo solicitan de los almacenes en donde tienen su ubicación.

Los equipos de atención de urgencias cuentan con vehículos equipados con sistemas de comunicación (vía radio y/o celular) con cobertura en toda el área de actuación de Naturgy México, S.A. de C.V. en la que opere, siendo atendidos desde el CCAU correspondiente.

Con el fin de prestar una buena atención ante una urgencia, en la zona contamos con tres equipos y un retén especial de media presión (de ser necesario actuaría como reten de Alta presión). Organizados de tal manera que nos cubran con la mayor eficiencia las actividades diarias y las guardias correspondientes.

VIII.2.9. Herramental y equipo inventariado

A continuación, se presenta el equipo, herramienta y consumibles que lleva consigo cada equipo de intervención en su vehículo.

Tabla VIII. 1.- Herramientas de seguridad para Guardia.

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		
Extintor CO_2 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1
Guantes corto descame	pza	1
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Botas de Hule	jgo	2
Sombrilla Tipo Industrial	pza	1
Transiconos	pza	2
Turbo Flow	pza	1
Equipo Instrumental		
Manómetro de 0 a 20 onzas	pza	1
GMS-5	pza	1
Gascope M.S.A. (exposímetro LEL y %Gas)	pza	1
Detector de gas	pza	1
Herramienta General		

Material	Tipo	Número
Abrazaderas Clamp	pza	6
Autocle de 12 pzas	jgo	1
Barreta de uña	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 1"	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 3/4"	pza	1
Cincel	pza	1
Cortatubo para AC de 2" a 1/2"	pza	1
Desarmador de cruz	jgo	1
Desarmador plano	jgo	1
Escalera aluminio Doble	pza	1
Escalera aluminio Tijera	pza	1
Extensión eléctrica 30 m	pza	1
Flexometro	pza	1
Hacha con mango de madera	pza	0
Juego de Dados	jgo	1
Lima musa	pza	2
Llave Bahco	pza	2
Llave Inglesa (perica) # 15	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 18	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 24	pza	1
Llave Stilson # 18	pza	1
Llave Stilson # 24	pza	1
Llaves Alen	jgo	1
Maceta de 4 lbs	pza	1
Machete	pza	1
Marro de 12 lbs	pza	1
Palas (recta, cuadrada, larga y cuchara)	pza	4
Picos	pza	1
Pinzas de Presión	pza	1
Taladro	pza	1
Taladro (rotomartillo) y Brocas	pza	1
Tanque gas L.P. 2 kg c/manguera y soplete	jgo	1
Tapón Expansivo	pza	6
Tarraja con dados	jgo	1
Tijeras para hojalatero	pza	1
Trica para Profundizar Taladros	pza	1
Pincel	pza	1
Hojas de Sierra	pza	1
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada	pza	1
Trapo blanco	pza	1
Jabón o detergente	pza	1

Fuente: Naturgy México, S.A. de C.V.

Tabla VIII. 2.- Herramientas de seguridad para mantenimiento de redes.

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		

Material	Tipo	Número
Extintor CO2 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1
Guantes corto descame	pza	1
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Botas de Hule	jgo	2
Casco con atenuadores	pza	2
Extinguidor de 6 kg.	pza	2
Equipo Instrumental		
Gascope M.S.A. (exposímetro LEL y %Gas)	pza	1
Herramienta General		
Abrazaderas Clamp ¾"	pza	4
Abrazaderas Clamp 1 1/2"	pza	1
Abrazaderas Clamp 110mm	pza	2
Abrazaderas Clamp 4"	pza	2
Abrazaderas Clamp 6"	pza	1
Abrazaderas Clamp AC AP 4"Ø	pza	6
Arco para Segueta y Seguetas	pza	1
Barreta de uña	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 1"	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 3/4"	pza	1
Caja de herramienta completa	pza	1
Cepillo de Alambre	pza	1
Cincel	pza	1
Cortatubo para AC de 2" a 1/2"	pza	1
Cruceta para válvulas de acero	pza	1
Desarmador de cruz	jgo	1
Desarmador plano	jgo	1
Escalera aluminio Doble	pza	1
Extensión eléctrica 30 mts.	pza	1
Flexometro	pza	1
Hacha con mango de madera	pza	1
Juego de Dados	jgo	1
Juego de Fler	jgo	1
Lámpara	pza	1
Llave de Cola	jgo	1
Llave de Golpe	jgo	1
Llave Inglesa (perica) # 10	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 12	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 18	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 8	pza	1
Llave Stilson # 10	pza	1
Llave Stilson # 14	pza	1
Llave Stilson # 18	pza	1

Material	Tipo	Número
Llaves Españolas	jgo	1
Llaves Alen	jgo	2
Maceta de 4 lbs	pza	1
Machete	pza	1
Marro de 12 lbs	pza	1
Martillo Bola	pza	1
Matraca	pza	1
Palas (punta, cuadrada y jardinero)	pza	4
Picos	pza	1
Pinzas de Electricista (otras)	pza	1
Pinzas de Mecánico	pza	1
Pinzas de Presión	pza	1
Pinzas de Punta	pza	1
Prensa Hidráulica de 200mm	pza	1
Reflectores con extensión	pza	1
Remachadora	pza	1
Sargento para toma en carga	pza	1
Serrote	pza	1
Taladro hasta ¾	pza	1
Tanque gas L.P. 2 kg c/manguera y soplete	jgo	1
Tapón Expansivo	pza	4
Tarraja con dados	jgo	1
Tijeras para hojalatero	pza	1
Trica para Profundizar Taladros	pza	1
Materiales y Consumibles		
Hojas de Sierra	pza	1
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada	pza	1
Trapo blanco	pza	1
Jabón o detergente	pza	1
Pincel	pza	1
Elementos de Señalización		
Conos demarcatorios	pza	1
Cinta demarcatoria (rollo)	pza	1
Carteles de Señalización	pza	1

Fuente: Naturgy México, S.A. de C.V.

Tabla VIII. 3.- Herramientas de seguridad para retén.

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		
Extintor CO2 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1
Guantes corto descame	pza	1

Material	Tipo	Número
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Equipo Instrumental		
Manómetro de 0 a 20 onzas	pza	1
Detector de gas	pza	1
Herramienta General		
Escalera Retráctil 2 m	pza	1
Pala ancha	pza	1
Pala punta	pza	1
Pala corazón	pza	1
Pico de punta y pala	pza	1
Maza 1kg	pza	1
Maza 5kg	pza	1
Martillo bola 225 g	pza	1
Hacha de mano 1kg	pza	1
Cubeta de albañil	pza	1
Tenaza	pza	1
Pinza de Extensión	pza	1
Arco de Sierra Completo	pza	1
Cepillo de Alambre	pza	1
Rascador	pza	1
Llave Bahco 142	pza	1
Llave Bahco 143	pza	1
Llave Perica	pza	1
Llave Mixta 14 x 14	pza	1
Llave Mixta 7/8 x 7/8	pza	1
Llave Mixta 1.1/16 x 1.1/16	pza	1
Gancho para tapa de cámara	pza	1
Pinzas de Presión	pza	1
Materiales y Consumibles		
Pincel	pza	1
Hojas de Sierra	pza	1
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada	pza	1
Trapo blanco	pza	1
Alambre	pza	1
Jabón o detergente	pza	1
Bolsas contenedoras p/tierra y escombros	pza	1
Elementos de Señalización		
Conos demarcatorios	pza	1
Cinta demarcatoria (rollo)	pza	1
Carteles de Señalización	pza	1
Compresor de Arrastre		
Martillo neumático / hidráulico	pza	1
Equipo Varios		
Faro busca huella 12 volt antiexplosivo	pza	1
Generador 220-110 volt 2.2 KVA	pza	1
Martillo perforador rotopercutor	pza	1

Material	Tipo	Número
Motogenerador	pza	1
Electrofusionadora	pza	1

Fuente: Naturgy México, S.A. de C.V.

Tabla VIII. 4.- Inventario de equipos de seguridad en almacén.

Cant.	Herramienta
1	Máquina de soldar de arco AC 250 GLM Lincon
1	Equipo de respiración aire lavado Tubo Flow
1	Alineador de ventana hasta 200 mm
2	Cortadores de 2"
2	Cortador de 4"
3	conos de señalización
3	Llaves mixtas 1 ¼"
1	Equipo de respiración autónomo de 30 min.
1	Taladro obturador 2" y 4"
3	Expansores de 160 mm
2	Expansores de 6"
3	Expansores de 3"
1	Detector dieléctrico de 1 ½" hasta 10"
1	Azadones
1	Rastrillo
1	Tridente
1	Desbrazadora
2	Tornados
1	Maquina Electrofusión Logic
1	Planta Generadora de Luz Honda 5000
1	GMS-4 (con sondas y alfombra)
1	GMS-5
2	Gascope
1	Gas watch (Detector de oxigeno)
1	Detector de metales
2	Pala redonda
2	Pala cuadrada
1	Esmeriladora De Walt
1	Taladro inhalambrico Black and Decker
1	Gato hidráulico de patin de 2.0 ton
1	Alineador 20-63 mm
3	Tapón Expansor de 2"
3	Tapón Expansor de 1"
3	Tapón Expansor de 3/4"
1	Planta de Luz Power Back 5250 W
1	Hidrolavadora Karcher 2500 psi
1	Aspiradora Industrial Riggid
1	Compresor Campbell Hausfeld 125 psi
1	Bomba sumergible Warren Rup 12 V
1	Material para Botiquín Primeros Auxilios

Fuente: Naturgy México, S.A. de C.V.

VIII.2.10. Equipos de intervención en la zona geográfica de distribución de gas natural e inventario de recursos para atención de emergencias

En caso de presentarse incidencias relacionadas con gas natural en el Sistema de Distribución de gas natural, estas serán atendidas de acuerdo a lo estipulado en la NOM-003-ASEA-2016, así como a los siguientes procedimientos de Naturgy México, S.A. de C.V. (en su caso el que aplique al momento, el cual deberá de cumplir con las características normativas vigente):

Tabla VIII. 5.- Procedimientos para respuesta a emergencias.

CÓDIGO ACTUAL	TITULO
PE.04351.MX-GC	Comunicación Interna en Naturgy México, S.A. de C.V.
PE.04352.MX-GC	Comunicación externa en Naturgy México, S.A. de C.V.
PE.02908.MX	Medidas de seguridad en recintos confinados
PG.00010.GN	Preparación y respuesta ante emergencias
PE.02910.MX	Especificación, selección y colocación de señales de seguridad
PE.02899.MX	Plan de emergencia para la distribución de gas natural
PE.02639.MX	Programa de prevención de daños
PE.03453.MX-TR	Prevención de Riesgos Eléctricos

Si bien, estas medidas también se implementarán como parte de las medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales, debe recalcarse que también incorporan actividades e instrucciones de seguridad que tienen el fin de mantener las condiciones de seguridad de la instalación, el aseguramiento de la integridad mecánica de los activos, (ductos, válvulas, casetas de regulación, instrumentos de medición y control), tanto para el personal interno, como para los contratistas, que también se encuentran expuestos a los mismos riesgos detectados mediante le presente Análisis de Riesgo.

VIII.3. Medidas preventivas

En este apartado se dan a conocer las medidas preventivas y de mitigación a instaurarse por parte de Naturgy México, S.A. de C.V., con el claro objetivo de controlar los impactos ambientales identificados y valorados en cada una de las etapas de realización del proyecto para con ello reducir los efectos adversos que estos puedan tener sobre los elementos ambientales del área de influencia del proyecto.

VIII.3.1. Medidas preventivas y de mitigación generales

AUTORIZACIONES Y LICENCIAS

Naturgy México, S.A. de C.V. realizará todas las gestiones y trámites necesarios ante las Autoridades competentes para la obtención de las autorizaciones y licencias requeridas para el desarrollo del proyecto de forma previa a las etapas de preparación de sitio o de construcción, con el objeto de que toda actividad de proyecto se realice en cumplimiento de las Leyes, Reglamentos y Normas aplicables.

MANTENIMIENTO DE REDES E INSTALACIONES AUXILIARES

Con el objetivo de la preservación del adecuado estado operativo del Sistema de Distribución de gas natural, así como de su Red de Distribución e instalaciones auxiliares componentes, además del de la prevención de la generación de impactos ambientales derivados de fallas en el Sistema o bien, de sus componentes, Naturgy México, S.A. de C.V. ha desarrollado el procedimiento interno de mantenimiento denominado como Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**), mismo que se desarrolla en consideración de los requerimientos de mantenimiento para Sistemas de Distribución de gas natural establecidos en la NOM-003- ASEA-2016. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

El procedimiento, es un manual en el que se dan los lineamientos y especificaciones para la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema de Distribución y sus componentes (**ANEXO 2.3**). El procedimiento considera los planes de operación y mantenimiento que a continuación se indican:

1) Plan de mantenimiento de la red de distribución.

2) Plan de monitoreo de la red de distribución (control de estanquidad).

3) Plan de mantenimiento a puntos de entrega de gas natural (PEGN), estación de regulación de presión (ERP) y estación de regulación y medición distritales (ERM-D).

4) Plan de mantenimiento de válvulas de línea.

5) Plan de mantenimiento del sistema de protección catódica.

6) Mantenimiento de equipos electrónicos.

7) Evaluación de corrosión externa.

8) Capacitación al personal.

OPERACIÓN DE VIGILANCIA O CELAJE

Las operaciones de vigilancia o celaje, tienen el objetivo de observar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir en su seguridad o en las condiciones de su señalización. De acuerdo con las especificaciones de vigilancia establecidas en el Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**), las actividades de vigilancia consistirán en:

Identificación de signos aparentes de movimiento del suelo, como pueden ser derrumbes, deslizamientos, hundimientos, etcétera.

Ejecución en las proximidades del ducto de obras públicas o de terceras empresas. Sí como consecuencia de las observaciones realizadas, se detecta la ejecución de obras en las proximidades de la conducción, se advertirá directamente al personal de mayor categoría que trabaje en la misma, informándole de la presencia de la red de gas y confirmando que han solicitado los servicios correspondientes y ya disponen de la correcta información sobre estos servicios y han planificado correctamente sus trabajos en relación con los ductos de gas.

Comprobar el buen estado de la señalización, ubicación de postes indicadores, placas identificativas, camisas, pasos especiales, tomas de potencial, etc.

En cruces exteriores, comprobar el estado general del ducto, comprobar el estado general de la estructura metálica que lo soporta.

Examinar la accesibilidad de las válvulas de línea y el estado de conservación de los registros.

Las operaciones de vigilancia de **la Red de Distribución** de gas natural se consideran en la Planificación de mantenimiento de activos (**ANEXO 2.3**) correspondiente a la Zona de Distribución.

MONITOREO DE RED

Las fugas de gas natural representan una condición de peligro con riesgos implícitos para el mismo Sistema de Distribución, para el personal que desempeña distintos trabajos, así como para terceros, ya sean particulares, empresas o instalaciones de servicios, ubicados en las áreas aledañas a la trayectoria sistema de Distribución de gas natural. Para la atención de fugas, Naturgy México, S.A. de C.V., dentro de su procedimiento interno Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**), basado en las especificaciones de mantenimiento de la NOM-003- ASEA-2016. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos, incluye un Plan de Monitoreo de Red que tiene la finalidad de detectar, localizar y clasificar sistemáticamente las posibles fugas en la Red de Distribución y en los registros de las válvulas.

La frecuencia de monitoreo de fugas, será mensual, considerando a toda la **Red** de Distribución como de **categoría 4** y las fugas de gas natural detectadas a través de este Plan de monitoreo, serán clasificadas de intervención urgente o de grado 1, fugas de intervención programada o grado 2, mientras que las de grado tres serán fugas consideradas como de vigilancia programada, esto en cumplimiento del apéndice III de la NOM-003- ASEA-2016.

El Plan de monitoreo de red, se realizará de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (**ANEXO 2.3**) correspondiente a la Zona de Distribución.

PROTECCIÓN CATÓDICA

Para prolongar la vida útil de la tubería de acero que integra el sistema de Distribución de gas natural, se instalará un Sistema de Protección Catódica de acuerdo a las especificaciones de la NOM-003- ASEA-2016. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos y en el procedimiento Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**), de Naturgy México, S.A. de C.V. se agrupan las operaciones de mantenimiento preventivo y control como:

Verificación funcional (vigilancia). Esta vigilancia, se realiza para comprobar y garantizar el correcto funcionamiento y conservación de los elementos activos de protección (estación de protección catódica - EPC y drenaje de corriente de retorno - DCR), así como el control del potencial en las TP y que estos se encuentren dentro de los límites de explotación y mantenimiento previstos.

Inspección funcional (revisión). La inspección funcional del Sistema de Protección Catódica consiste en la determinación de la eficacia de la protección catódica y la descripción de las acciones correctoras pertinentes, cuando proceda, las mediciones se realizarán sobre los elementos activos de protección (EPC y DCR), así como el control de todas las Tomas de Potencial (TP) independientemente de su categoría.

Conservación. Las actividades de conservación al Sistema de Protección Catódica, se realizan para asegurar el funcionamiento y servicio continuo e ininterrumpido de los elementos y equipos que integran al Sistema, así como verificar su estado general de conservación.

Las operaciones de mantenimiento a realizarse sobre el Sistema de Protección Catódica, se realizarán de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (**ANEXO 2.3**) correspondiente a la Zona de Distribución.

VÁLVULAS

Para el mantenimiento de las válvulas instaladas a lo largo del sistema de Distribución de gas natural, el Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**) considera el objetivo de garantizar la accesibilidad y el buen funcionamiento en el momento en el que setas requieran ser actuadas. En seguimiento del objetivo planteado, se determina la realización de las dos operaciones de mantenimiento siguientes:

Vigilancia de válvulas. Por medio de la realización de esta vigilancia, se asegura la accesibilidad de las válvulas y comprobar que no existe presencia de gas en el registro en el que estas se albergan.

Conservación de válvulas. En estas actividades se comprueba la limpieza y condiciones de registros, comprobación del estado de conservación y la maniobrabilidad de las válvulas.

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS

Naturgy México, S.A. de C.V. realiza las operaciones de mantenimiento descritas en su procedimiento Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares, de acuerdo al cronograma de actividades establecida en el documento denominado como Planificación de mantenimiento de activos (**ANEXO 2.3**) correspondiente a la Zona de Distribución.

PRUEBAS CONJUNTAS DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD

El sistema de Distribución de gas natural recién instalada en sitio, se someterá a pruebas conjuntas de resistencia y hermeticidad de forma previa a su puesta en servicio o entrada en operación, con el objetivo de corroborar que los tramos de tubería y accesorios que integran la Red de Distribución, están completamente herméticos y no cuentan con fugas en el sistema. La aplicación de estas pruebas de resistencia mecánica y hermeticidad, se realizarán para:

- Nuevas canalizaciones (red y acometidas).
- Nuevas acometidas sobre red.
- Renovación de canalización existente (tramos de red y acometidas).

Estas pruebas de resistencia y hermeticidad se realizan de acuerdo con los lineamientos de la NOM-003-ASEA-2016 y a los procedimientos internos de Naturgy México, S.A. de C.V. Pruebas en redes y acometidas de APA, APB, MPC – Pruebas de presión, purgado y puesta en servicio de tuberías de acero, para los tramos de la Red de Distribución construidos en tubería de acero.

Los fluidos de prueba empleados siempre serán aire, gas inerte o agua, siempre intentando evitar la utilización de agua en estas pruebas, pero, en caso de que se tenga que emplear esta como fluido de prueba, esta será clara, sin sólidos suspendidos. Asimismo, se tomarán las medidas necesarias para la evacuación de forma adecuada del agua después de la prueba y previa descarga, se deberá comprobar que esta esté limpia y libre de contaminantes.

Todas las pruebas de resistencia mecánica y hermeticidad son avaladas por Unidades de Verificación acreditadas por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

El examen radiográfico a soldaduras de tubería de acero, se realiza de acuerdo al método operativo ASME BPVC Sección 5, Artículo 2, para evaluar la calidad de las soldaduras realizadas a las tuberías y/o identificar discontinuidades en el material ya sea para redes u acometidas de acero y considerando los siguientes criterios de rechazo a todas las radiografías que presenten:

- Indicaciones de grietas.
- Faltas de fusión con una longitud mayor de 12 mm. en cualquier zona de 100 mm. de longitud de soldadura.
- Faltas de penetración de cualquier longitud.
- Descolgaduras.
- Sopladuras en la raíz.
- Inclusiones alargadas de escoria.
- Inclusiones de escoria aisladas.
- Acumulación de inclusiones de escoria.
- Poros.
- Mordeduras.
- Acumulación de discontinuidades.

ACCESO AL SITIO DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO

El ingreso y egreso de personal, materiales, maquinaria y equipo a las áreas de instalación del proyecto, se hará a través las vías de acceso y vialidades existentes en las zonas urbanas y suburbanas.

EMISIONES DE METANO

Las medidas para la prevención de las emisiones furtivas y fortuitas de metano a la atmósfera desde el Sistema de Distribución de gas natural, se particularizan por medio de la ejecución de diversas actividades de mantenimiento sobre del Sistema de Distribución y sus elementos integrantes, por tanto la aplicación del procedimiento Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (**ANEXO 2.3**) y su ejecución en los tiempos establecidos en la Planificación de mantenimiento de activos es muy importante.

Las medidas prioritarias por parte de Naturgy México, S.A. de C.V. para evitar la emisión de metano desde el Sistema en turno, contenidas en el procedimiento Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares, son el Plan de mantenimiento de la red de distribución y el Plan de monitoreo de red (control de estanquidad), siempre teniendo en cuenta que a través de estos dos planes se obtiene información relacionada a:

- Las condiciones superficiales de la trayectoria dispuesta de los ductos e instalaciones auxiliares a la Red de Distribución, así como la identificación de actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir negativamente en su seguridad.
- La detección, localización y clasificación de fugas en la Red de Distribución y en los registros de válvulas, según corresponda.

El resultado de Naturgy México, S.A. de C.V. al tener la información listada, es estar en posibilidad de atender de forma inmediata o programada, respectivamente, las reparaciones requeridas en la Red de Distribución de gas natural o en los registros de válvulas para detener las emisiones de metano a la atmósfera por concepto de fugas en el Sistema de Distribución.

EMISIÓN DE METANO POR DAÑO A RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL CAUSADO POR TERCEROS

Como medida preventiva de los daños que puedan generar terceros a la Red de Distribución de gas natural de Naturgy México, S.A. de C.V., se realizan recorridos continuos del personal de la empresa sobre el trazo de la Red, con el objetivo de detectar obras públicas o de terceras empresas y con ello prevenir daños sobre la instalación propia por desconocimiento de la existencia de la misma.

De forma complementaria, Naturgy México, S.A. de C.V. cuenta con un Centro Coordinador de Atención a Urgencias (CCAU) en el cual los clientes, no clientes u autoridades pueden llamar para reportar el daño de terceros con objeto de que se pueda tener acción sobre las fugas provocadas por agentes externos a la operación de la Red. El CCAU se describe en el Plan de emergencia para la distribución de gas natural (**ANEXO 2.3**).

Otra de las medidas implementadas por Naturgy México, S.A. de C.V., es la aplicación de su procedimiento Programa de prevención de daños (**ANEXO 2.3**), que tiene el objetivo de prevenir daños en la infraestructura de los servicios de distribución de gas natural en función de:

- La vigilancia de la Red de Distribución de gas natural.
- La entrega a solicitud de los ejecutores de obras, de planos de las tuberías o instalaciones subterráneas existentes en el área de influencia del proyecto.
- Puesta en conocimiento de Organismos Públicos y Empresas que desarrollan movimientos de suelos, de las instrucciones y recomendaciones elaboradas al efecto.

EMISIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN POR INCENDIO EN RED DE DISTRIBUCIÓN

La emisión de gases de combustión del sistema de Distribución de gas natural, se presenta como derivado de la generación de una fuga de gas natural provocada por terceros o por una fuga detectada en el monitoreo de la Red que no se atendió de forma adecuada, y en el área de influencia de la fuga, no hay control de las probables fuentes de ignición que al interactuar con el gas natural se generará fuego y con ello, los gases derivados de la combustión de este material o de otros que puedan resultar afectados como consecuencia de la generación de un incendio relacionado con gas natural.

Para mitigar estas emisiones de gases de combustión, resultado de la existencia de una incidencia relacionada con gas natural, se aplicarán las especificaciones de atención a emergencias incluidas dentro del procedimiento Plan de emergencia para la distribución de gas natural (**ANEXO 2.3**), en vista de que al tenerse control y resolución de la incidencia relacionada con gas natural, la combustión de gas natural será controlada y con ello cesará la emisión de estos gases producto de su combustión.

EMISIÓN DE GASES DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

De igual forma que para las emisiones de gases de combustión interna en las Obras de construcción para la Red de Distribución, Naturgy México, S.A. de C.V. se apega al cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT-2003 y sus límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes derivados de la combustión del uso de vehículos y/o maquinaria que funciona con motor a gasolina, por medio de la aplicación periódica de mantenimiento a las unidades. En adición a lo anterior, se hace mucho énfasis en que en el momento que las unidades deban ser reemplazadas, estas deberán sustituirse por las que tengan la mejor oferta en cuanto a eficiencia con respecto a la utilización de combustible y menor generación de productos de combustión al estar siendo utilizada.

Como medida complementaria, Naturgy México, S.A. de C.V. verá que sus empresas colaboradoras para el mantenimiento del sistema de Distribución, den mantenimiento de forma periódica a sus vehículos y que como mínimo, se mantengan de acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2003.

DERRAME DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y/O RESIDUOS PELIGROSOS EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las especificaciones que se seguirán para disminuir la probabilidad del derrame de sustancias químicas peligrosas, no peligrosas o residuos peligrosos en las actividades de mantenimiento a las Redes de Distribución, serán de acuerdo al procedimiento de Control de Derrames (**ANEXO 2.3**).

En vista de la prevención de la posible ocurrencia de estos eventos fortuitos de derrame, se realizará una identificación clara del producto, se contará con las hojas de seguridad (mismas que deberán ser del conocimiento del personal que trabaje con ellas), la manipulación será de acuerdo a las indicaciones del procedimiento: se contará con los medios de contención de derrames adecuados y los materiales que resulten de la contención de derrames serán dispuestos como residuos peligrosos, según lineamientos del procedimiento Gestión de residuos (**ANEXO 2.3**).

Para los Impactos Ambientales menos significativos también se adoptarán medidas de mitigación que a continuación se describen:

EVENTUAL ABANDONO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

EMISIÓN DE METANO POR DESFOGUE DE RED DE DISTRIBUCIÓN

En prevención de la realización del desfogue o purgado de gas natural de la Red de Distribución, posterior al término de la vida útil del Sistema de Distribución de gas natural, Naturgy México, S.A. de C.V. notificará a las Autoridades competentes la fecha de ejecución y el detalle de las actividades a realizarse a efectos de obtener las Autorizaciones correspondientes.

Adicionalmente, para la realización de las actividades de purgado del Sistema de Distribución, se seguirán los lineamientos de los procedimientos Plan de emergencia para la distribución de gas natural (**ANEXO 2.3**), del Programa de prevención de daños (**ANEXO 2.3**), y los de las recomendaciones realizadas por la SEMARNAT (ASEA), por Autoridades en materia de medio ambiente de orden Estatal y Municipal, por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Unidad de vigilancia…. así como también el Sistema Nacional, Estatal y/o Municipal de Protección Civil.

AUDITORÍAS INTERNAS Y EXTERNAS, Y DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL SEGURIDAD OPERATIVA Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Naturgy México, S.A. de C.V. implementará un programa de auditorías internas como externas de conformidad con las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para llevar a cabo las Auditorías Externas a la operación y el desempeño de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos, publicadas el día 24 de enero de 2017 en el Diario Oficial de la Federación.

DICTAMEN DE VERIFICACIÓN DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Para el seguimiento de las medidas preventivas y de mitigación relacionadas con las actividades de operación y mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, a partir del primer año de operación del Sistema, Naturgy México, S.A. de C.V. se someterá a una auditoria anual de operación, mantenimiento y seguridad para dictaminar el cumplimiento de estos aspectos de acuerdo a las especificaciones de la NOM-003-ASEA-2016. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

La auditoría anual de operación, mantenimiento y seguridad, es realizada a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), así como aprobada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE). El resultado de esta auditoría, es la emisión de un Dictamen de cumplimiento de las especificaciones en materia de operación, mantenimiento y seguridad establecidas en la NOM-003-ASEA-2016.

PROTOCOLO DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

Naturgy México, S.A. de C.V. elaborará e implementará el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) de conformidad con las DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de marzo de 2019. Así mismo llevará una organización, comunicación y concordancia con las autoridades en materia de Protección Civil para la atención de cualquier emergencia relacionada con la red de distribución.

CONTENIDO GENERAL

IX. CONCLUSIONES 2

IX. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

El PROYECTO que se presenta consta de una obra de ingeniería altamente especializada, que contempla, desde su fase de diseño, diferentes normas, especificaciones y buenas prácticas, así como normatividad interna de grupo que le permiten concebir a este PROYECTO bajo estrictos estándares de seguridad industrial y seguridad operativa.

Los escenarios de riesgo aquí presentados, constituyen escenarios cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pues en todos los eventos, la situación más probable es la ruptura total de la tubería a presión de operación, ya que condiciones de alta o baja presión, ocurriendo de manera simultánea a una fuga en el ducto, es un escenario muy poco probable.

Por otra parte, las consecuencias asociadas a estos eventos si podrían tener un impacto directo en las zonas aledañas, sin embargo, para ello se contarán con diferentes elementos de seguridad y prevención, incluidos dentro del PROYECTO mismo, que consisten en estrategias de ingeniería que aseguran la confiabilidad y la intención de diseño del PROYECTO:

Se lleva a cabo el cálculo de espesores de tubería, los cuales, al seleccionar el material con que se construirá el gasoducto, estos espesores se duplican, favoreciendo la resistencia mecánica del mismo. También, todos los instrumentos y accesorios se seleccionaron pensando en que ofrezcan una mayor resistencia y confiabilidad a la calculada, durante toda su vida útil.

Se emplean técnicas constructivas de vanguardia y que reducen de manera significativa algún accidente durante las maniobras en el ducto. La interconexión a los ductos presurizados se lleva a cabo "en caliente" o también denominado "hot tapping", lo cual implica la interconexión sin despresurizar el ducto, por lo cual, los usuarios actuales no son afectados en su suministro de gas natural durante las actividades constructivas.

La metodología de interconexión evita en todo momento de la actividad, alguna fuga de gas natural mediante herramienta revisada, calibrada y sellada herméticamente.

Una vez construida la interconexión y los diferentes ramales de distribución, se llevan a cabo ensayos no destructivos en tubería de acero con el fin de detectar indicaciones (burbujas, grietas, adelgazamientos o deformaciones del ducto, que pudieran representar un riesgo a la integridad mecánica y a la confiabilidad del ducto, esto mediante ensayos superficiales como líquidos penetrantes o ensayos de profundidad mediante ultrasonido o radiografiado. Todos estos ensayos forman parte de las especificaciones normativas y las buenas prácticas que se incorporaron en el PROYECTO.

Una vez construida, se hacen ensayos de pre-arranque, los cuales consisten en pruebas de resistencia y hermeticidad que permitirán asegurar que el PROYECTO operará sin peligro de fuga

por sobrepresión y, en caso de detectar pérdidas de presión, estas se localizan, reparan y se aplican nuevamente estos ensayos.

Una vez que una unidad de inspección valida los resultados satisfactorios de los ensayos de resistencia y hermeticidad, es cuando de decide la puesta en marcha de la red de distribución ampliada.

En este punto debe mencionarse algo muy importante, una vez decidida la puesta en marcha del sistema de distribución ampliado, es el momento a partir del cual se presentan las condiciones de riesgo para la operación del sistema de distribución, pues es a partir de ese momento que los ductos se presurizan con el gas natural.

Durante la operación de los sistemas de distribución se contará con toda la infraestructura general, incluyendo los sistemas de regulación y medición en City Gate's y ERM, pues estos sistemas cuentan con elementos de seguridad redundantes que, ante el fallo de uno de ellos, existen otros dos o tres sistemas de relevo, para evitar, desde un mal funcionamiento del sistema de distribución, hasta una emergencia en estos sistemas:

Reguladores de presión

Filtros coalescedores

Mínimo dos líneas de regulación y medición

Válvulas de seguridad

Válvulas de seccionamiento

Todos estos sistemas son vigilados de manera remota las 24 horas del día, los 365 días del año, a través del sistema SCADA, implementado en City Gates, ERM distritales y ERM industriales de ubicación estratégica. Esta vigilancia continua se realiza a través del Centro de Control de Distribución (CCD) quienes se encargan de supervisar los diferentes parámetros de operación de los sistemas de distribución y, en caso de detectar alguna desviación o, incluso, alguna emergencia declarada en estos sistemas, el CCD manda una alerta en tiempo real al Centro de Atención a Urgencias quienes también operan las 24 horas del día, los 365 días del año, para gestionar la respuesta en caso de fuga de gas natural y mandar al personal operativo requerido para su atención inmediata, dependiendo de la clasificación de la fuga.

Adicionalmente, no se omite mencionar que los sistemas de distribución contarán con personal operativo altamente capacitado para implementar diferentes programas de inspección, supervisión, vigilancia y mantenimiento de los sistemas de distribución. Estos programas abarcan los siguientes componentes:

City Gate's y ERM

Válvulas de seccionamiento y venteos

Sistemas de protección catódica

Sistemas de protección contra energía estática y descargas atmosféricas

Líneas de tubería y celaje en zonas de distribución

Acometidas en usuarios finales

Hitos de señalización

Estas rutinas de inspección se realizarán con forme a programas calendarizados y si registrados en bitácoras y registros de supervisión y mantenimiento.

Ahora bien, el segundo hito importante desde el punto de vista de riesgos ambientales asociados al PROYECTO, en el cierre, desmantelamiento y abandono, cuya principal actividad es la despresurización e inertización del ducto. En este punto, las instalaciones ya no se encontrarán presurizadas con el gas natural, motivo por el cual, no se vislumbra l ocurrencia de un posible escenario de riesgo con gas natural en este punto del proyecto.

Con base en lo anteriormente descrito, a todas luces se aprecia que el PROYECTO ya cuenta con diversas salvaguardas para evitar de manera efectiva la ocurrencia de un escenario de riesgo ambiental, haciendo que estos tengan una baja probabilidad de ocurrencia y, en el remoto caso de que ocurran, se cuenta también con diversos mecanismos de respuesta para controlar dicha emergencia de manera oportuna, minimizando los efectos sobre las personas, las edificaciones e infraestructura y el ambiente en general.

CONCLUSIONES PARTICULARES

- En la medida en la que se dé seguimiento y cumplimiento estricto a las medidas mínimas de seguridad asentadas en la NOM-003-ASEA-2016, así como en los procedimientos internos de la Promovente, se abatirá considerablemente la ocurrencia de las desviaciones identificadas en el Sistema de Distribución de gas natural y con ello la operación será más confiable en cuanto a seguridad para la población establecida en áreas aledañas a la ubicación propuesta de la red de distribución e instalaciones auxiliares, para sí misma y para las operaciones de otras Organizaciones, sus bienes u otras instalaciones de servicios.

- El ARSH no reporta ningún riesgo crítico por incendio, nube tóxica o explosión retardada para las comunidades asentadas a lo largo de su trazo, que no estén contempladas en el diseño

del **Ramal de Distribución** y/o previsto en su operación y/o mantenimiento y programas de respuesta a emergencias.

- El escenario máximo catastrófico identificado en el Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos es:

  "Ruptura total con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de la City Gate Villa Real de 16 pulgadas."

  Evento: Jet Fire

  Zona de Riesgo: 198.112 m

  Zona de Amortiguamiento: 300.123 m

  Evento: Explosión de nube de gas

  Zona de Riesgo: 502.074 m

  Zona de Amortiguamiento: 824.701 m

- Independientemente de los eventos determinados como máximos probables y catastróficos en la red de distribución de gas natural según el análisis de riesgo de proceso ¿Qué pasa sí? y el análisis HAZOP, existe la probabilidad de que se presenten daños al mismo derivados principalmente de acciones de terceros o por mala gestión de intervenciones por parte del personal de Naturgy México, S.A. de C.V., por lo cual se debe supervisar la aplicación del Programa de Prevención de Daños a fin a disminuir la probabilidad de la generación de daños sobre el Ramal de Distribución, derivados de la actividad de terceros.

- Con base en las desviaciones que se presentaran con mayor frecuencia en el Sistema de Distribución de gas natural de Naturgy México, S.A. de C.V., se determina que estas estarán relacionadas directamente con rupturas parciales pequeñas o medianas de la tubería de acero en la red de distribución de gas natural, derivadas de efectos corrosivos sobre tubería de acero, pero esto puede prevenirse por medio de la instalación de sistemas de protección catódica a la red de tubería y detectarse de forma oportuna de acuerdo a la aplicación oportuna de las especificaciones de los procedimientos y programas calendarizados de mantenimiento.

- Las causas principales de fuga de gas natural que derivan en eventos riesgosos en la red de distribución, se atribuyen directamente a daños generados por terceros sobre la instalación de la promovente o a malas gestiones de interferencias por esos mismos terceros.

- Naturgy México, S.A. de C.V., cuenta con los recursos necesarios para gestionar de forma satisfactoria las situaciones de emergencia derivadas de su propio proceso de distribución o como resultado de daños de terceros sobre la red de distribución.

Con base en lo anteriormente expuesto, el PROYECTO que se presenta se considera viable desde el punto de vista de riesgo ambiental.